THE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA LOS ANGELES

Die Philosophie der Werte

Von

Wilhelm Ostwald

Alfred Kröner Verlag in Leipzig
1913

Spamersche Buchdruckerei in Leipzig

Stack
Annex

Einleitende Übersicht.

Die Gedanken und Zusammenhänge, die sich auf den nachstehenden Seiten dargelegt finden, muß ich als das Endergebnis einer Denkarbeit betrachten, deren Anfänge ich bewußt bis in die ersten Jahre meiner selbständigen Lehrtätigkeit als Professor der Chemie am Polytechnikum zu Riga und als Verfasser des Lehrbuches der Allgemeinen Chemie zurückverfolgen kann, d. h. über einen Zeitraum von 25 bis 30 Jahren. Mir sind noch immer die inneren Anstrengungen gegenwärtig, welche ich empfand, als ich mir den Inhalt des zweiten Hauptsatzes der damaligen Thermodynamik, der gegenwärtigen Energetik begreiflich machen wollte. Wollte, weil ich mußte. Denn um mit gutem Gewissen lehren zu können, was an übertragbaren Schlußergebnissen durch die Anwendung dieses Gesetzes gefunden und in den regelmäßigen Bestand der Wissenschaft übergegangen war, mußte ich mir notwendig den Weg völlig klar und anschaulich machen, der aus den gemachten Voraussetzungen zu anscheinend so weit davon entfernten Ergebnissen geführt hatte. Es war damals überaus schwierig, sich zu vergegenwärtigen, was Clausius' Gesetz von der Zunahme der Entropie oder William Thomsons Gesetz von der Dissipation der Energie etwa mit der Ableitung der Verdampfungswärme aus dem Temperaturkoeffizienten des Dampfdruckes zu tun hatte. Während aber die erstgenannten großen Verallgemeinerungen, die in ihrer nicht unbedenklichen Anwendung auf das ganze Weltall alsbald ein anschauliches Verständnis finden konnten und gefunden hatten, sich leicht, etwa durch das Bild des herabfließenden Stromes, der nie zum Rückwärtsfließen den Berg hinauf veranlaßt werden kann, dem täglichen Denken einprägen ließen, machten die bescheideneren, aber an der Erfahrung prüfbaren und durch diese bestätigten Schlüsse,

2064460

durch welche ganz verschiedenartig erscheinende physikalische Größen miteinander in Verbindung gesetzt wurden, bedeutend mehr Kopfzerbrechen. Ich will den Leser, den ich mir als nicht besonders in der Thermodynamik geschult, doch von allgemeiner Bildung vorstelle, nicht durch die ausführliche Darlegung der vorhandenen Schwierigkeiten erschrecken, da die Angelegenheit später in ihrem Zusammenhange den allergrößten Teil solchen Schreckens ohnedies verlieren wird; es handelt sich vielmehr nur darum, die bei mir selbst damals vorhandenen Schwierigkeiten anzudeuten. Überwunden mußten diese werden, da die berufliche Tätigkeit dies erforderte; denn das Vorrecht des Privatdozenten, seine Vorlesungen durch den Umfang seiner jeweiligen Kenntnisse und Arbeiten zu begrenzen, hat der ordentliche Professor nicht mehr. So blieb mir nichts übrig, als meinen Weg geradlinig durch das Dickicht der analytischen Formulierung des zweiten Hauptsatzes zu suchen und ein Verständnis dafür zu erstreben, wieso bei zweimaliger Differentiation nach inzwischen erfolgter Unabhängigkeitserklärung der Veränderlichen die zweiten Differentiale sich alle bereitwilligst gegenseitig aus der Schlußformel hinauskomplimentierten, um eine einfache, der physikalischen Anschauung gut zugängliche Beziehung zu hinterlassen.

Die Arbeit, die ich damals in Riga begonnen und auf zahllosen einsamen Wanderungen fortgeführt hatte, ist ein Begleiter meines ganzen späteren wissenschaftlichen Lebens gewesen. Ich bin gegenwärtig der Meinung, daß ich inzwischen eine Hauptposition, vielleicht die Hauptposition erstiegen habe, und der Darlegung dieses Erwerbes ist das vorliegende Buch gewidmet. Es soll alsbald betont werden, daß es sich nicht um die analytischen Seiten dieses tiefgründigsten aller Naturgesetze handelt, sondern um die anschaulichste Seite, die es (wenigstens im Umfange des zurzeit Übersehbaren) besitzt. Um dies zum Ausdruck zu bringen, habe ich das Wort Philosophie (statt etwa Theorie) in den Titel genommen. Der bestimmte Artikel davor soll meine bestimmte Überzeugung aussprechen, daß eine andere Philosophie der Werte, d. h. eine solche, die zu dieser nicht etwa im Ver-

hältnis eines Teils zum Ganzen steht, sondern eine andersartige Begründung des Wertbegriffes selbst zu geben beansprucht, gegenwärtig auf wissenschaftlichem Boden nicht möglich ist, sondern nur etwa noch auf dem Boden der Metaphysik (d. h. der Wissenschaft von dem, was man nicht weiß) oder in verwandten transzendenten Sphären. Daß mit solchen ein Wettbewerb, ja nur ein Vergleich ausgeschlossen ist, wird mir nirgend bereitwilliger zugegeben werden, als von den Vertretern jener Ansichten selbst.

Die Überzeugung von der Richtigkeit jener weitgehenden Behauptung über die Wissenschaftlichkeit der nachfolgenden Werttheorie gründet sich auf systematische Erwägungen. Nachdem die grundsätzlichen Ergebnisse, zu welchen die Einführung der Begriffe Ordnung, Funktion, Maß und Zahl, Zeit und Raum in die Gestaltung unseres Weltbildes geführt hat, seit etwa einem halben Jahrtausend stetiger Entwicklung im wesentlichen unter Dach gebracht worden sind, was ihre Einwirkung auf unser Weltbild anlangt, sind wir eben jetzt damit beschäftigt, den nächst allgemeinen Begriff, den der Energie nämlich, in gleicher Weise für allgemeine Zwecke anzuwenden, nachdem sich seine Brauch- und Fruchtbarkeit in tausend einzelnen Sonderfällen erprobt hat. Ebenso wie jener Fortschritt, der sich zunächst in den engeren Gebieten der Einzelwissenschaften vollzogen hatte, durch die Umgestaltung des astronomischen Weltbildes, die sich an die Namen Kopernikus, Kepler und Newton knüpft, den tiefstgehenden Einfluß auch auf die allgemeine oder philosophische Weltauffassung ausgeübt hat, so ist auch ein gleicher Einfluß von der strengen und rücksichtslosen Durchführung der Energiegesetze zu erwarten. Ja, die Ähnlichkeit dieser beiden tiefgreifenden Wendungen geht noch weiter. Ebenso wie damals die räumlichen Beziehungen der Menschheit eine gewaltige und grundsätzliche Einschränkung erfuhren, indem diese von einem Mittelpunkte des Weltalls, dessen Schicksale zu künden die Sterne an den Himmel gesetzt waren, zu einem zufälligen geringen Parasiten eines zufälligen geringen Bestandteils eines verschwindend geringen Bruchteils der himmlischen Systeme herabgesetzt

werden mußte, so bereitet sich aus der Energetik, insbesondere aus dem zweiten Hauptsatze eine ähnliche zeitliche Beschränkung der menschlichen Schicksale und unserer Vorstellung von ihrer Bestimmung vor. Das gesamte Menschheitsleben erscheint im Lichte dieser Erkenntnisse als eine höchst geringfügige Episode in dem Gesamtverlaufe des energetischen Geschehens, und das einstige Entstehen wie künftige Verschwinden der Menschen auf der Erdoberfläche, nachdem diese während ihrer kosmischen Existenz einmal auch die chemischen und physikalischen Bedingungen vorübergehend angenommen hatte, unter denen Menschen irgendwie entstehen und sich erhalten konnten, bedeutet nur eine verschwindend geringe Spanne Zeit innerhalb der kosmischen Entwicklungsperioden von selbst so geringfügigen Gebilden, wie unser Sonnensystem ist.

In diese Episode, die durch das Walten des allgemeinen Gesetzes von der Dissipation der Energie auch an ihrer Stelle hervorgebracht wird, greifen die gleichen Gesetze nun auch überall im einzelnen gestaltend ein und geben einen Rahmen ab für das Schweben eines Stäubchens im Sonnenstrahl wie für das Schweben des Sonnensystems im Milchstraßenringe. Von den allgemeinen Begriffen, welche die Menschheit zur gedanklichen Bewältigung des uralten Chaos gebildet hat, in dem wir uns um Lebens und Sterbens willen zurechtfinden müssen, ist der der Energie der jüngste und daher der reichste und bestimmteste, der deshalb mehr über die Einzelheiten des Geschehens aussagen kann, als alle jene oben genannten allgemeineren und daher leereren Begriffe zusammen. Gleichzeitig setzt sich dieser neue Begriff systematisch und geschlossen auf die früheren drauf, so daß zwischen beiden kein anderer Platz finden kann. Somit ist überhaupt kein anderer Begriff denkbar, der bei dem gegenwärtigen Stande des Wissens mit dem der Energie an Allgemeinheit und gleichzeitig an Inhalt in Wettbewerb treten könnte. Gelingt es daher, die Beziehung aufzudecken, welche zwischen diesem Begriff und einer anderen Gesamterscheinung, wie etwa der der Entwicklung oder des Wertes, besteht, so hat man

damit die tiefste Quelle gefunden, aus welcher menschliches Verständnis jener Erscheinungen überhaupt fließen kann.

Nun ist bisher der Begriff des Wertes (und der verwandte des Zweckes, der einen auf die Zukunft projizierten Wert darstellt) ausschließlich in der Welt des Lebens angetroffen worden, d. h. seine Elemente sind untrennbar mit gewissen begrifflichen Elementen verknüpft, die sich auch im zusammengesetzten Allgemeinbegriff Leben nachweisen lassen. Daher hat man geglaubt, daß es nur den höheren Formen des Lebens, oder doch mindestens dem Leben selbst gegeben sei, zu dem Begriffe Wert zu gelangen. Der wesentliche und fundamentale Fortschritt über diesen Punkt hinaus, den ich nachstehend darlegen will, besteht eben darin, daß ich die erste Quelle des Wertbegriffes bereits im Leblosen, im Anorganischen nachweise; sie findet sich im Dissipationsgesetze. Nicht derart, daß nunmehr auch der Zweck als im Anorganischen vorhanden angesehen sein soll, wohl aber so, daß die Wurzel der Beziehungsreihe, die zu dem Zweckbegriff im Organischen führt, bis an diesen Punkt ins Anorganische zurückverfolgt werden kann. Demgemäß werden sich Wert und Wille als die Formen ausweisen, in welchen sich das allgemeine Dissipationsgesetz innerhalb des Gebietes des Lebens betätigt. Werten, Wählen und Wollen erweisen sich in dieser Überlegung zwar als Lebenserscheinungen, aber nicht als spezifische; die Anwendung des Dissipationsgesetzes auf andere, wesentliche Seiten des Lebensvorganges führt bereits mit Notwendigkeit zu diesen Begriffen und den ihnen zugrunde liegenden Tatsachen, ohne daß besondere genetische Faktoren, am wenigsten metaphysische und mystische, hierzu erforderlich wären. Alle anderen bisher versuchten Begründungen des Wertbegriffes, insbesondere solche, die auf die „unmittelbare Erfahrung", d. h. auf unkontrollierte Gefühlsbefunde zurückgehen, die man durch einen mystischen Schleier gegen wissenschaftliche Durchleuchtung zu schützen versucht, erweisen sich dieser Elementaranalyse gegenüber als unbeständige Produkte, teils einer unvollkommenen Zerlegung, teils als zufällige

Nebenprodukte, die überhaupt erst durch das Untersuchungsverfahren hineingebracht worden sind.

Die Begründung des Wertbegriffes auf das allgemeine Dissipationsphänomen hingegen hat den Vorzug, die Beziehung zu einer Tatsache festzustellen, deren durchgängige Allgemeinheit für irdische Verhältnisse niemals ernstlich hat in Zweifel gezogen werden können, selbst wenn man kosmische Möglichkeiten einer spontanen Energiekonzentration (mit Arrhenius) zugeben will. Gleichzeitig läßt sich erkennen, daß eine weitere Zurückführung auf noch allgemeinere Begriffe, deren es eine gewisse Anzahl gibt, nicht als ausführbar erscheint. Denn die Synthese aller dieser noch allgemeineren Begriffe findet sich in der klassischen Mechanik bewerkstelligt, welche bekanntlich sogar den ersten Hauptsatz der Energetik, wenn auch in sehr beschränkter Gestalt, vorausgenommen hat. Sie ist aber dadurch gekennzeichnet, daß sie die Geltung des zweiten Hauptsatzes direkt in Abrede stellt, oder, wenn man die Sache milder und gerechter ausdrücken will, daß sie für den Grenzfall entwickelt ist, wo die Dissipation nicht bemerkbar in die Erscheinung tritt, wie dies ja ihre wesentlichen Begriffe der vollkommen glatten Ebenen, vollkommen biegsamen Seile, reibungslosen Flüssigkeiten usw. usw. zu Genüge zeigen. Daher sind auch alle Vorgänge im Sinne der klassischen Mechanik umkehrbar. Hieraus aber folgt, daß es in der Welt der klassischen Mechanik nichts ausmachen würde, die größten Dummheiten und Schlechtigkeiten zu begehen. Denn da man alle Vorgänge umkehren kann, so kann man alle Folgen irgendwelchen Tuns jedenfalls wieder gutmachen, indem man den früheren Zustand vor der Tat wieder herstellt. Damit verschwindet aber ersichtlicherweise jede Möglichkeit einer Wertung, denn nicht einmal der etwaige Zeitverlust ist zu beklagen, da auch der zeitliche Verlauf umkehrbar ist und ein mit dem früheren ganz identischer Zustand immer wieder nach Belieben hergestellt werden kann.

Hiermit ist, soweit sich übersehen läßt, der zweifellose Nachweis erbracht, daß eine allgemeinere Begründung der Wert-

lehre als durch das Dissipationsgesetz nicht gefunden werden kann, denn der nächste Schritt auf der begrifflichen Stufenleiter nach rückwärts führt bereits in das Gebiet des Umkehrbaren und daher zweifellos Wertfreien hinein. Damit ist das Dissipationsgesetz als notwendig für diese allgemeinste Begründung erwiesen; wieweit es dafür zureichend ist, wird die nachfolgende Untersuchung zu zeigen haben.

Erster Teil.

Geschichte.

Erstes Kapitel.

Grundlegung der Mechanik.

1. Die Statik der Griechen. Nachdem im Altertum gewisse einfachste Probleme der Statik, d. h. der Lehre vom Gleichgewicht der beweglichen Körper, gelöst worden waren, verging mehr als ein Jahrtausend, bis die Probleme der Mechanik, d. h. der Lehre von den Bewegungsvorgängen, einen wesentlichen weiteren Schritt zu tun vermochten. Es war nämlich dem Altertum, speziell den griechischen Mathematikern nicht gelungen, die Vorgänge der Bewegung selbst in ihrer einfachsten Gesetzlichkeit zu erfassen; zweifellos, weil sie noch zu große Realisten waren und gemäß dem noch jugendlich unentwickelten Stande ihres Abstraktionsvermögens solche sein mußten. Sie beobachteten, daß eine jede Bewegung schließlich, ja meist nach sehr kurzer Zeit zu Ende geht, und schlossen daraus ganz naturgemäß, daß dieses Aufhören im Wesen der Bewegung selbst liege, und daß eine solche daher einer fortwährenden Anregung bedürfe, um bestehen zu können. Mit dieser Voraussetzung aber war es ganz unmöglich, eine zusammenhängende Erklärung für die Mehrzahl der beobachteten Bewegungen, nämlich für die durch die Schwere verursachten, zu finden.

So kann es uns nicht wundernehmen, daß den Griechen nur die wissenschaftliche oder begriffliche Erfassung solcher Zustände gelang, bei denen die Bewegungen zu Ende gekommen sind, oder bei denen die Bewegungsursachen sich derart gegenseitig aufheben, daß eine tatsächliche Bewegung gar nicht erfolgt.

Die Lehre von solchen Zuständen heißt die Statik oder die Lehre vom Gleichgewicht; dieser Name weist seinerseits noch deutlich auf den Hebel als die einfache Maschine hin, in der sich verschiedene Gewichte an Stangen oder Seilen gegenseitig an der Erzeugung von Bewegungserscheinungen verhindern.

2. Galileis Dynamik. Erst Galilei brachte den erforderlichen sehr hohen Betrag geistiger Freiheit auf, um sich von jenem Schluß aus der unmittelbaren Beobachtung zu befreien. Er entdeckte zunächst die Proportionalität zwischen Masse und Gewicht, d. h. zwischen der Größe, von der die Geschwindigkeit abhängt, die eine gegebene Arbeit einem Körper erteilen kann, und der Größe, welche den Betrag dieser Arbeit bei einem schweren, d. h. erdwärts lastenden Körper, für eine gegebene Bewegungsstrecke bestimmt. Die Grundlage dieser Entdeckung war die Einsicht, daß abgesehen von Bewegungshindernissen (Widerstand der Luft) alle Körper, ob schwer oder leicht, gleich schnell fallen.

Wir wissen nicht, wie in Galileis Geist dieser Widerspruch gegen die traditionelle Lehre des Aristoteles, daß ein Körper um so schneller fällt, je schwerer er ist, zuerst entstanden sein mag. Wohl aber hat er in seinem Fundamentalwerk, den „Discorsi", uns den Gedanken hinterlassen, in welchem er die Unmöglichkeit des Aristotelischen Standpunktes am durchschlagendsten zum Ausdruck zu bringen gewußt hat. Es ist ganz und gar unwahrscheinlich, daß ihm der Gedanke in dieser Form zuerst gekommen ist; vielmehr wird man vermuten dürfen, daß es sich für ihn zunächst um einen Weg gehandelt haben mag, um methodisch hinter die damals unbekannten mathematischen Gesetze der Fallgeschwindigkeit zu gelangen. Dann ergab sich, daß der Weg ungangbar ist, da er zu Widersprüchen führt, die sich auf keine Weise beseitigen lassen. Von der Erkenntnis, daß solche Widersprüche vorhanden sind, bis zu dem Entschluß, die Quelle der Widersprüche in der „selbstverständlichen" Voraussetzung des Aristoteles zu suchen, die bis dahin niemand auch nur zu bezweifeln gedacht hatte, ist ein außerordentlich weiter Weg, der insbesondere

zu jener Zeit noch mit besonderen Dornen bestreut war, und dessen Zurücklegung Galileis höchster Ruhmestitel ist.

Da es sich um eine ganz und gar fundamentale Wendung handelt, will ich meinen Lesern das Vergnügen persönlicher Bekanntschaft nicht vorenthalten und teile nachstehend die entscheidende Stelle mit[1]).

3. Aus Galileis „Discorsi". **Simplicio.** Aristoteles bekämpft, soviel ich mich entsinne, die Meinung einiger älterer Philosophen, die das Vakuum als notwendig ansahen, damit eine Bewegung zustande komme, da ohne dasselbe eine Bewegung unmöglich sei. Im Gegensatz hierzu beweist Aristoteles, daß gerade die Tatsache der Bewegung die Annahme eines Vakuums widerlege; sein Beweis ist folgender. Er diskutiert zwei Fälle: erstens läßt er verschiedene Massen in ein und demselben Medium sich bewegen: zweitens ein und dieselbe Masse in verschiedenen Medien. Im ersten Falle behauptet er, daß verschiedene Körper in ein und demselben Medium mit verschiedener Geschwindigkeit sich bewegen, und zwar stets proportional den Gewichten (gravità); so daß z. B. ein zehnmal größeres Gewicht sich zehnmal schneller bewege. Im anderen Falle nimmt er an, daß die Geschwindigkeiten ein und derselben Masse in verschiedenen Medien sich umgekehrt wie die Dichtigkeiten verhalten; so daß, wenn z. B. die Dichtigkeit des Wassers zehnmal so groß ist als die der Luft, die Geschwindigkeit in der Luft zehnmal größer sei als die Geschwindigkeit im Wasser. Die zweite Behauptung weist er folgender Art nach: Da die Feinheit des Vakuums um ein unendlich kleines Intervall sich unterscheidet von dem körperlich mit allerfeinster Masse erfüllten Raume, so wird jeder Körper, der im erfüllten Medium in einiger Zeit eine bestimmte Strecke zurücklegt, im Vakuum sich momentan bewegen; aber eine instantane Bewegung ist unmöglich; mithin ist es unmöglich, daß infolge der Bewegung ein Vakuum sich bilde.

---

[1]) Die Übersetzung rührt von Prof. Arthur v. Oettingen her und findet sich im 11. Bande von Ostwalds Klassikern der exakten Wissenschaften. Leipzig, W. Engelmann.

Salviati. Der Beweis ist, wie man sieht, „ad hominem", d. h. gegen diejenigen gerichtet, welche das Vakuum als für die Bewegung notwendig erachteten. Wenn ich nun die Schlußfolgerung anerkenne, indem ich zugleich zugebe, daß eine Bewegung im Vakuum nicht statthabe, so wird damit die Annahme eines Vakuums im absoluten Sinne, ohne Rücksicht auf Bewegung, keineswegs widerlegt. Um etwa im Sinne jener Alten zu reden, und um besser zu durchschauen, wie viel Aristoteles beweist, scheint mir, könnte man alle beide Meinungen verwerfen. Zunächst zweifle ich sehr daran, daß Aristoteles experimentell nachgesehen habe, ob zwei Steine, von denen der eine ein zehnmal so großes Gewicht hat als der andere, wenn man sie in ein und demselben Augenblick fallen ließe, z. B. 100 Ellen hoch herab, so verschieden in ihrer Bewegung sein sollten, daß bei der Ankunft des größeren der kleinere erst 10 Ellen zurückgelegt hätte.

Simpl. Man sieht's aus Eurer Darstellung, daß Ihr darüber experimentiert habt, sonst würdet Ihr nicht vom Nachsehen reden.

Sagredo. Aber ich, Herr Simplicio, der ich keinen Versuch angestellt habe, versichere Euch, daß eine Kanonenkugel von 100, 200 und mehr Pfund um keine Spanne vor einer Flintenkugel von einem halben Pfund Gewicht die Erde erreichen wird, wenn beide aus 200 Ellen Höhe herabkommen.

Salv. Ohne viel Versuche können wir durch eine kurze bindende Schlußfolgerung nachweisen, wie unmöglich es sei, daß ein größeres Gewicht sich schneller bewege, als ein kleineres, wenn beide aus gleichem Stoffe bestehen; und überhaupt alle jene Körper, von denen Aristoteles spricht. Denn sagt mir, Herr Simplicio, gebt Ihr zu, daß jeder fallende Körper eine von Natur ihm zukommende Geschwindigkeit habe; so daß, wenn dieselbe vermehrt oder vermindert werden soll, eine Kraft angewendet werden muß oder ein Hemmnis?

Simpl. Unzweifelhaft hat ein Körper in einem gewissen Mittel eine von Natur bestimmte Geschwindigkeit, die nur mit einem neuen Antrieb vermehrt oder durch ein Hindernis vermindert werden kann.

Salv. Wenn wir zwei Körper haben, deren natürliche Geschwindigkeiten verschieden seien, so ist es klar, daß, wenn wir den langsameren mit den geschwinderen vereinigen, dieser letztere von jenem verzögert werden müßte, und jener, der langsamere, müßte vom schnelleren beschleunigt werden. Seid Ihr hierin mit mir einverstanden?

Simpl. Mir scheint die Konsequenz völlig richtig.

Salv. Aber wenn dieses richtig ist, und wenn es wahr wäre, daß ein großer Stein sich z. B. mit 8 Maß Geschwindigkeit bewegt, und ein kleiner Stein mit 4 Maß, so würden beide vereinigt eine Geschwindigkeit von weniger als 8 Maß haben müssen, aber die beiden Steine zusammen sind doch größer, als jener größere Stein war, der 8 Maß Geschwindigkeit hatte; mithin würde sich nun der größere langsamer bewegen als der kleinere, was gegen Eure Voraussetzung wäre. Ihr seht also, wie aus der Annahme, ein kleinerer Körper bewege sich langsamer als ein größerer, ich Euch weiter folgern lassen konnte, daß ein größerer Körper langsamer sich bewege als ein kleinerer.

Simpl. Ich bin ganz verwirrt, denn mir will es nun scheinen, als ob der kleine Stein, dem größeren zugefügt, dessen Gewicht und daher durchaus auch dessen Geschwindigkeit vermehre, oder jedenfalls, als ob letztere nicht vermindert werden müsse.

Salv. Hier begeht Ihr einen neuen Fehler, Herr Simplicio, denn es ist nicht richtig, daß der kleine Stein das Gewicht des größeren vermehre.

Simpl. So? das überschreitet meinen Horizont.

Salv. Keineswegs, sobald ich Euch von dem Irrtume, in dem Ihr Euch bewegt, befreit haben werde: und merket wohl, daß man hier unterscheiden müsse, ob ein Körper sich bereits bewege, oder ob er in Ruhe sei. Wenn wir einen Stein auf die Wagschale tun, so wird das Gewicht durch Hinzufügen eines zweiten Steines vermehrt, ja selbst die Zulage eines Stückes Werg wird das Gewicht um die 6—10 Unzen anwachsen lassen, die das Wergstück hat. Wenn Ihr aber den Stein mitsamt dem Werg von einer großen Höhe frei herabfallen laßt, glaubt Ihr, daß während der Be-

wegung das Werg den Stein drücke und dessen Bewegung beschleunige, oder glaubt Ihr, daß der Stein aufgehalten wird, indem das Wergstück ihn trägt? Fühlen wir nicht die Last auf unseren Schultern, wenn wir uns stemmen wollen gegen die Bewegung derselben? Wenn wir aber mit derselben Geschwindigkeit uns bewegen, wie die Last auf unserem Rücken, wie soll dann letztere uns drücken und beschweren? Seht Ihr nicht, daß das ähnlich wäre, wie wenn wir den mit der Lanze treffen wollten, der mit derselben Geschwindigkeit vor uns herflieht? Zieht also den Schluß, daß beim freien Fall ein kleiner Stein den großen nicht drücke und nicht sein Gewicht, wie in der Ruhe, vermehre.

Simpl. Aber wenn der größere Stein auf dem kleineren ruhte?

Salv. So würde er das Gewicht vermehren müssen, wenn seine Geschwindigkeit überwöge; aber wir fanden schon, daß, wenn die kleinere Last langsamer fiele, sie die Geschwindigkeit der größeren vermindern müßte, und mithin die zusammengesetzte Menge weniger rasch sich bewegte, als ein Teil; was gegen Eure Annahme spricht. Laßt uns also feststellen, daß große und kleine Körper, von gleichem spezifischen Gewicht, mit gleicher Geschwindigkeit sich bewegen.

Simpl. Eure Herleitung ist wirklich vortrefflich: und doch ist es mir schwer, zu glauben, daß ein Bleikorn so schnell wie eine Kanonenkugel fallen solle.

Salv. Sagt nur, ein Sandkorn so schnell wie ein Mühlstein. Ihr werdet, Herr Simplicio, nicht wie andere, das Gespräch von der Hauptfrage ablenken und Euch an einen Ausspruch anklammern, bei welchen ich um Haaresbreite von der Wirklichkeit abweiche, indem Ihr unter diesem Fehler den Fehler eines anderen von Ankertaudicke verbergen wollt. Aristoteles sagt: Ein Eisenstab von 100 Pfund kommt von einer Höhe von 100 Ellen herabfallend in einer Zeit an, in welcher ein einpfündiger Stab frei herabfallend nur eine Elle zurückgelegt hat: ich behaupte, beide kommen bei 100 Ellen Fall gleichzeitig an: Ihr findet, daß hierbei der größere um zwei Finger breit vorauseilt, so daß, wenn der größere

an der Erde ankommt, der kleinere noch einen Weg von zwei Fingerbreit Größe zurückzulegen hat: Ihr wollt jetzt mit diesen zwei Fingerbreit hinwegschmuggeln die 99 Ellen des Aristotelischen Fehlers, und nur von meiner kleinen Abweichung reden, den gewaltigen Irrtum des Aristoteles aber verschweigen. Aristoteles sagt, daß Körper von verschiedenem Gewicht in ein und demselben Mittel sich mit Geschwindigkeiten bewegen, die ihren Gewichten proportional sind, und gibt ein Beispiel mit Körpern, bei welchen man den reinen, absoluten Effekt des Gewichtes wahrnehmen kann, mit Vernachlässigung des Einflusses, den die Gestalt, die kleinsten Momente haben, Dinge, die stark vom Medium beeinflußt werden, so daß die reine Wirkung der Schwere getrübt wird: wie z. B. Gold, der spezifisch schwerste Körper, als sehr dünnes Blatt in der Luft flattert, desgleichen in der Form eines sehr feinen Pulvers. Wollt Ihr nun den allgemeinen Satz erfassen, so zeigt, daß derselbe für alle Körper richtig sei und daß ein Stein von 20 Pfund Gewicht zehnmal schneller falle, als einer von 2 Pfund: das, behaupte ich, ist eben falsch, und mögen beide von 50 oder 100 Ellen herabfallen, sie kommen stets in demselben Augenblicke an.

Simpl. Vielleicht aber würde bei einer Fallhöhe von mehreren tausend Ellen das eintreten, was bei kleineren nicht beobachtet wird?

Salv. Wenn Aristoteles so etwas gemeint haben sollte, würdet Ihr ihm einen ganz neuen Irrtum zumuten, ja eine Unwahrheit: da man solche senkrechte Erhebungen auf der Erde gar nicht findet, so kann auch Aristoteles mit solchen gar nicht experimentiert haben: und doch will er uns von seinen Versuchen reden, da er sagt, man „sehe den Effekt".

4. Kennzeichnung des Fortschrittes. Die Schlußmethode, welche Galilei hier benutzt, ist von ungewöhnlichem Scharfsinn, denn sie deckt die Unmöglichkeit der Aristotelischen Voraussetzung an ihr selbst auf, ohne daß weitere Annahmen dazu erforderlich wären. Versucht man, im Lichte der gegenwärtigen Wissenschaft den eigentlichen Kern dieser Ge-

dankenreihe herauszuschälen, so gelangt man (nicht ohne Mühe, wie ich wenigstens, was mich selbst anlangt, gestehen muß) zu dem Ergebnis, daß es sich hier um nichts weniger, als eine Voraus-nahme oder Anwendung jenes fundamentalen Gedankens handelt, der in Gestalt des zweiten Hauptsatzes der Energetik sich in-zwischen mehr und mehr als das maßgebende Gesetz alles Ge-schehens herausgestellt hat, was freilich erst in allerjüngster Zeit begriffen zu werden beginnt. Um wenigstens eine vorläufige Andeutung hierfür zu geben (die ausführliche Entwicklung bil-det den Inhalt dieses Buches) sei auf folgendes hingewiesen:

Wie man auch das von Galilei betrachtete Gedanken-experiment, daß man einen zunächst einheitlich fallenden Körper in Teile gesondert denkt und deren Geschwindigkeiten beim gemeinsamen Falle untersucht, hin und herwenden mag, immer stellt sich heraus, daß die Annahme von Verschiedenheiten der Ge-schwindigkeiten beim gleichzeitigen Falle der Teile auf Wider-sprüche mit den Voraussetzungen oder mit der Erfahrung führen muß. Es besteht also ein sachlicher Zwang von unüberwind-licher Stärke dafür, daß durch keine derartige Teilung (die als ohne Arbeit vollziehbar angenommen wird) die gemeinsame Ge-schwindigkeit der vorher verbunden gewesenen Teile geändert wird. Nun werden wir später erkennen, daß die Geschwindigkeit als Intensitätswert der Bewegungsenergie (deren Eigen-schaften hier in Frage kommen) aufgefaßt werden muß. Für die Intensitäten gilt aber als zweiter Hauptsatz das Gesetz, daß sie nie freiwillig auf verschiedene Werte auseinander-gehen, wenn sie vorher gleich gewesen waren. Ebenso also, wie weder ein elektrisch geladener Körper ohne Aufwand von Arbeit in Teile von verschiedenem Potential, noch ein Gas in Teile von verschiedenem Druck, noch ein warmer Körper in Teile von verschiedener Temperatur (Potential, Druck, Tempera-tur sind Intensitäten) gespalten werden kann, ebensowenig kann ein sich bewegender Körper ohne Aufwand von Arbeit in Teile von verschiedener Geschwindigkeit gespalten werden. Hieraus folgt dann unmittelbar das, was Galilei von Fall zu Fall durch

den Nachweis der daraus entstehenden Unmöglichkeiten beweisen mußte, daß die Teile eines fallenden Körpers in jedem Augenblicke notwendig dieselben Geschwindigkeiten aufweisen müssen, wie der ganze fallende Körper, d. h. daß die Fallgeschwindigkeit von der Größe eines bestimmten Körpers nicht abhängig sein kann. Die Erweiterung dieses Satzes, daß die Gleichheit der Fallgeschwindigkeit auch für chemisch verschiedene Körper besteht, daß also, um es modern auszudrücken, die Gravitation von der chemischen Natur der Körper unabhängig ist (wie sie sich denn überhaupt unabhängig von allen anderen Größen außer der Masse, der sie proportional ist, erweist), ist von Galilei als einigermaßen selbstverständlich angenommen worden, da zu jener Zeit der Begriff des chemischen Elementes nicht bestand, und daher auch die Vermutung einer fundamentalen Verschiedenheit im anderweitigen Verhalten je nach der chemischen Beschaffenheit noch sehr ferne lag. Die Frage ist erst später von Newton ausdrücklich gestellt und durch Pendelversuche in dem Sinne entschieden worden, daß ein chemischer Einfluß nicht besteht. Auch die späteren viel genaueren Versuche von Bessel und Eötvös haben dasselbe ergeben.

Es kann wohl kaum einen schlagenderen Beweis für die fundamentale Beschaffenheit jenes allgemeinen Gesetzes, das wir den zweiten Hauptsatz der Energetik nennen, gefunden werden, als diese Erkenntnis, daß an ihm bereits am Eingangstor der modernen Dynamik die dort zunächst versuchsweise auftretenden Begriffe und Gesetze auf ihre Zulässigkeit geprüft werden und es über ihre Aufnahme oder Abweisung entscheidet. Allerdings erfolgte diese Wirkung, ohne daß die allgemeine Beschaffenheit dieses Gesetzes dem, der es richtig anwendet, zum Bewußtsein gelangte; doch werden wir später sehen, daß auch noch viele andere Anwendungen des gleichen Gesetzes, durch welches es erst in seiner Ausgiebigkeit bekannt zu werden anfing, ebenso an speziellen Einzelfällen entstanden sind, und daß jene ganz allgemeine Auffassung erst eine Sache der jüngsten Entwicklung werden konnte. Denn obwohl wir jetzt oft das Gesetz nach Sadi

Carnot benennen, wissen wir doch ganz genau, daß dieser nur den Fall kannte und darlegte, der sich aus der besonderen Betätigung des allgemeinen Gesetzes im Falle der Wärme ergibt, ebenso wie sich Galilei auf die Dynamik beschränkt hatte, gleichfalls ohne ahnen zu können, daß es sich um ein viel allgemeineres Gesetz handelt.

5. Der Kraftbegriff bei Galilei. Im übrigen entwickelte Galilei die Dynamik auf derselben Linie weiter, die von der Statik des Altertums vorgezeichnet gewesen war, nämlich unter weiterer Anwendung des Begriffes der Kraft. Dieser war unmittelbar aus der Betrachtung der am Faden aufgehängten Gewichte beim Hebel entstanden und ist weder damals noch später durch Galilei daraufhin untersucht worden, ob er denn wirklich auch der geeignetste Begriff zur Bewältigung der statischen wie der dynamischen Verhältnisse war. Vielmehr wurde aus dem Umstande, daß dieser Begriff der einzige vorhandene war, unwillkürlich geschlossen, daß er auch der einzige mögliche sei, und die Frage nach seinem etwaigen Ersatz durch einen anderen, geeigneteren, wurde überhaupt nicht gestellt, da sie außerhalb des Bereiches des damals Denkbaren zu liegen schien. Wir finden hier eine sehr allgemeine Eigenschaft der Gesamtpsyche vor, die auch bei ihren hervorragendsten Führern nicht zu fehlen pflegt und die ihre Ursache in der Struktur unseres geistigen Apparates selbst hat, nämlich die unwiderstehliche Beeinflussung des neuen Denkens durch frühere, ähnliche Operationen. Wenn es einmal gelungen ist, in dem bisherigen Chaos von Erscheinungen durch einen zusammenfassenden Gedanken Licht und Übersicht zu schaffen, so erstreckt sich die ganze spätere Arbeit oft durch Jahrhunderte zunächst nur auf die weitere Ausarbeitung und Anwendung des einmal gefundenen Denkmittels, ohne daß auch nur einem die Frage einfällt, ob der so viel benutzte Weg denn wirklich der einzige ist, oder ob nicht noch kürzere und breitere Wege zum gleichen Ziel vorhanden sind. Meist sind es unbeabsichtigt gefundene Beziehungen, welche irgendeinen originalen und schöp-

ferischen Geist nach langer Vorbereitung plötzlich zu einer solchen Frage führen, die dann gewöhnlich alsbald mit Ja beantwortet werden muß und damit einen wichtigen Fortschritt auf ganz neuem Gebiete einleitet.

Hier tritt der wesentliche Nutzen einer rationell betriebenen Geschichte hervor, der allerdings eben wegen des bisherigen kurzsichtigen Betriebes dieses Forschungsmittel nur erst sehr wenig zur Geltung gekommen ist. Wenn man nämlich weiß, welche besonderen Wege der menschliche Geist zu gehen gewohnt ist, so hat man die Möglichkeit, bei künftigen ähnlichen Ereignissen die verschiedenen Perioden, die er durchschreiten muß, wesentlich abzukürzen, indem man das bewußt ausführt, was bisher ausschließlich dem Zufalle überlassen geblieben war. Ebenso wie der Mensch das von der „Natur" geübte Verfahren der natürlichen Auslese durch Aussterben des Ungeeigneten und Überleben des Angemessenen (das von allen denkbaren Verfahren das roheste und zeitraubendste ist) durch die bewußte und zweckgemäße Auslese bei Züchtungen ersetzt hat, und damit in wenigen Jahren Ergebnisse erzielt, welche die „Natur" nicht in Jahrtausenden erreicht hat, so muß er auch den „natürlichen" Entwicklungsgang der Wissenschaft und Technik (das zweite Wort in seinem allerallgemeinsten Sinne genommen) durch einen bewußten ersetzen, der offenbar auf keiner anderen Grundlage ruhen kann, als auf den geschichtlichen Erfahrungen über das Verhalten der menschlichen Psyche und den daraus gezogenen allgemeinen Gesetzen. Und ebenso wie der kalifornische Meisterzüchter Luther Birbank den stachellosen Feigenkaktus gezüchtet hat, bei welchem die rudimentär noch vorhandenen Stacheln sich zu ungefährlichen Büschelchen reduziert haben, so wird die Menschheit der Zukunft den praktisch irrtumslosen Forscher züchten, der zwar gleichfalls nicht absolut von Irrtümern frei sein wird, wohl aber diese der Hauptsache nach auf persönliche ungefährliche Kleinigkeiten beschränken wird.

Daß wir selbst an einem so schöpferisch-originalen Geiste, wie Galilei, eine solche Entwicklung im Jahre 1638 (aus wel-

chem die Discorsi datiert sind) nicht erwarten dürfen, braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden. Vielmehr sehen wir ihn in hartem Kampfe mit der übernommenen Begriffsbildung diese schließlich wirklich soweit bringen, daß sie die neuen Tatsachen und Gedanken auszudrücken fähig wird.

6. Aristoteles und Galilei. Aristoteles hatte, um die Gesetze des Falles zu ermitteln, sich die Bewegung schwerer Körper innerhalb verschiedener Flüssigkeiten vorgestellt, da er aus theoretischen Gründen das Vorhandensein eines leeren Raumes nicht zugeben wollte. Hier war er zu der Ansicht gelangt, daß die Bewegung um so schneller erfolgt, je größer die treibende Kraft (also z. B. das Gewicht) ist, und daß sie andererseits durch die besondere Beschaffenheit der Flüssigkeit, leichter oder schwerer, bzw. schneller oder langsamer dem fallenden Körper den Durchtritt zu gestatten, bestimmt wird. Übersetzen wir diese Ansichten in moderne Ausdrücke, so können wir (allerdings unter reichlicher Zugabe späterer Begriffsbildungen, also unter starker Übertreibung von Aristoteles' Verdiensten) sagen, daß er die Geschwindigkeit der Bewegung proportional der treibenden Kraft und umgekehrt proportional dem Flüssigkeitswiderstande oder der inneren Reibung gesetzt hat. Dieses ist ganz zutreffend für den Endzustand, den ein bewegter Körper in einer Flüssigkeit von erheblicher innerer Reibung allerdings bald erreicht, der in der Luft aber experimentell bisher für etwas größere Körper weder erreicht, noch zu erreichen versucht worden ist. Die Auffassung des Aristoteles gilt also in ihrer modernen Präzisierung für den Endzustand des natürlichen Bewegungsvorganges, in welchem die für die Bewegung fortdauernd jeweils aufgewendete Energie vollkommen zur Überwindung des Flüssigkeitswiderstandes verbraucht wird, und für diesen ist die Grundauffassung, daß die Bewegung immer wieder erneuert werden muß, um bestehen zu können, durchaus richtig. Galilei dagegen betrachtet den anderen Grenzfall, der in der Luft für etwas größere Körper annähernd alsbald realisiert ist, daß nämlich der Energieverbrauch durch den Bewegungswiderstand nur einen verschwindenden Bruchteil der

ganzen in Betracht kommenden Energie ausmacht, und stellt für diesen seine Gesetze auf.

Wir brauchen uns nicht darüber zu wundern, daß Galilei seinem Vorgänger Aristoteles unrecht tut, indem er nicht erkennt, für welchen Fall dieser recht hat; hat es doch seitdem anscheinend auch noch niemand anders erkannt, so daß die vorstehende Darlegung die erste Ehrenrettung des Aristoteles auf diesem Gebiete zu sein scheint. Aber wir müssen uns gleichzeitig sagen, daß der Fall, den Galilei ins klare stellte, zunächst der wichtigere ist, indem er die reine Energietransformation aus Schwereenergie in Bewegungsenergie zum Gegenstande hat, während es sich bei der stationären Bewegung in einer reibenden Flüssigkeit vielmehr um die Erzeugung von sekundärer Wärmeenergie aus der Schwereenergie handelt. Indessen muß immerhin auch der Fall des Aristoteles als ein höchst wichtiger anerkannt werden, da er den einfachsten und daher typischsten Fall einer Energiezerstreuung darstellt, eines Grundphänomens, dessen Erörterung ja dieses ganze Buch gewidmet ist.

Ich möchte diese Ehrenrettung des griechischen Denkers nicht so aufgefaßt sehen, als sei wieder einmal nachgewiesen worden, daß dieses Volk bereits alle Weisheit der Welt besessen hätte und daß es nur an dem Stumpfsinne der Epigonen gelegen sei, daß diese so lange hat vergraben bleiben müssen. Hierzu fehlt eben, daß Aristoteles nicht nur den anderen Grenz- und Hauptfall hätte kennen müssen, sondern auch das Verhältnis, das zwischen beiden besteht. Hiervon ist aber damals noch gar nichts vorhanden gewesen, und so kam es, daß das ganze Mittelalter im Gefolge des Aristoteles seine für bestimmte Voraussetzungen richtigen Ansichten gerade dort anzuwenden sich gewöhnt hatte, wo sie keine Geltung haben und daher zu falschen Schlüssen führen.

Zwischen diesen beiden Grenzfällen: reiner Transformation und reiner Dissipation bei der Umwandlung der Energien bewegt sich nun das wirkliche Geschehen der Welt, und die Namen Galilei und Aristoteles kennzeichnen die beiden Grenz-

steine, welche ihre Schicksale einschließen. Beide wußten nicht, daß sie nur Grenzfälle behandelten, denn beide waren überzeugt, daß sie das Phänomen des Falles „an sich" oder in seiner völligen Reinheit beschrieben. Beide kannten außerdem weder das Gesetz von der Erhaltung, noch das von der Dissipation der Energie und konnten ihre Erkenntnisse nur als Aufklärungen des untersuchten Sonderfalles betrachten. Damit ist der allgemeine Charakter der menschlichen Fortschritte gekennzeichnet: wir erkennen zwar die Richtung, nach welcher sich der rationelle Fortschritt bewegt und bewegen muß, an der zunehmenden gedanklichen Bewältigung der Natur, der äußeren wie der inneren; aber es wäre aberwitzig verwegen, von einem letzten Ziel sprechen zu wollen, das wir zu erreichen streben sollen. Denn dieses Ziel liegt in einer Ferne, in welcher heute menschliche Augen nichts mehr unterscheiden können. Wir wandern also durch die Jahrhunderte wie ein Wanderer im Walde, dem zwar der Sonnenstand oder die Magnetnadel die Richtung seines Weges im großen und ganzen weist, dem aber die Bäume, die nahen wie die fernen, den Ausblick beschränken und das Ziel verhüllen. Höchstens dürfen wir annehmen, daß der Wald immer weniger dicht wird, je weiter wir vorwärtsdringen, so daß die Vorausschau langsam immer weiter und weiter reicht.

7. Überblick. Versuchen wir zusammenfassend zu überschauen, was uns die Betrachtung dieser Anfänge der Mechanik und damit der rationellen Naturwissenschaften lehrt, so erkennen wir alsbald, in wie hohem Maße die Bildung der Wissenschaft von der Gestaltung abstrakter Begriffe abhängig ist. Aristoteles abstrahierte aus der täglichen Erfahrung, die ihn das Aufhören einer jeden Bewegung lehrte, ein Gesetz für den einfachsten Fall der Bewegung unter dem Einflusse konstanter Widerstände, das aber nur gilt, nachdem die Übergangsperiode beim Anfange der Bewegung abgelaufen ist und ein stationärer Zustand sich herausgestellt hat. Diese Abstraktion von den ersten Zuständen erwies sich gegenüber den Erscheinungen des freien Falles größerer Körper als völlig unzulänglich, da wir diese nur in jenen ersten Zu-

ständen kennen und beobachten. Galilei vollführte die weit schwierigere Abstraktion von der Wirkung der Widerstände, die niemals fehlen, und gelangt dadurch auf die Entdeckung des Trägheitsgesetzes oder Beharrungsvermögens, das sich hernach als ein Sonderfall des allgemeinen Gesetzes von der Erhaltung der Energie ausweisen wird. Hierdurch vermag er die Haupttatsachen des freien Falles hinlänglich angemessen darzustellen und auch die Erklärung der vorhandenen geringen Abweichungen durch den Einfluß der Widerstände zu geben, was ein unzweifelhafter großer Fortschritt ist. Man erkennt hieran, wieviel es bei der wissenschaftlichen Abstraktion darauf ankommt, welchen Anteil des Vorganges man als wesentlich ansieht und von welchem man abstrahiert. Von vornherein ist sowohl die Abstraktion des Aristoteles von der nichtstationären Anfangsperiode, wie die des Galilei von den Bewegungswiderständen formal gleichberechtigt; die zweite erweist sich aber als bei weitem fruchtbarer, wie sich insbesondere bei der Anwendung von Galileis Grundgedanken auf die Bewegungen der Himmelskörper durch Newton herausstellen sollte.

Zweites Kapitel.

Die klassische Mechanik.

8. Entwicklung des Kraftbegriffs. Galilei hatte als die Ursache der irdischen Fallbewegungen begrifflich eine konstante Schwerkraft herausgearbeitet, welche während der ganzen Fallzeit auf den Körper wirkt; dadurch, daß die unter solcher Einwirkung jeweils erlangten Geschwindigkeiten dem Körper verbleiben, während dieser neue Geschwindigkeiten durch die fortdauernde Einwirkung der Kraft bei weiterem Falle in sich aufnimmt, entsteht der Fall mit beschleunigter Geschwindigkeit, dessen mathematische Gesetze die konzentrierte und von den

Zufälligkeiten des Sprachgebrauches befreite Gestaltung eben dieser Begriffe darstellen.

Newton entdeckte hundert Jahre später die Anwendbarkeit der gleichen Begriffsgruppe unter passender Erweiterung auf die Bewegungen des Planetensystems, das gemeinsam mit der Erde um die Sonne kreist, sowie auf die Bewegungen des Mondes, der sich gleichzeitig um die Erde schwingt. Hierzu mußte er nur die von Galilei noch als konstant angesehene Schwerkraft als veränderlich mit der Entfernung der gegeneinander gravitierenden Körper auffassen, und zwar ergab sich aus der Berechnung der Kraft, welche den Mond in seiner Bahn um die Erde erhält, daß diese Kraft sich umgekehrt verhalten müsse wie das Quadrat der Entfernung der betreffenden Körper.

Diese Entdeckung war durch Kepler vorbereitet worden, der die geometrisch-phoronomischen Gesetze der Planetenbewegung durch die Berechnung der guten Beobachtungen seines Lehrers Tycho Brahe erfahrungsmäßig aufgefunden hatte. Auch hat dieser geniale Denker bereits die Auffassung erwogen, ob nicht die elliptischen Bewegungen der Planeten um die Sonne durch eine der magnetischen ähnliche Kraft bewirkt werden, doch reichten seine mathematischen Hilfsmittel nicht aus, diesen Gedanken zu einer exakten Theorie zu entwickeln. Denn man muß im Auge behalten, daß seine Forschungen gleichzeitig mit denen Galileis erfolgten, daß er also noch nicht dessen eben entwickelten Kraft- und Beschleunigungsbegriffe benutzen konnte, die Newton zur Verfügung standen. Immerhin hat auch dieser noch eine sehr beträchtliche Begriffsarbeit zu leisten, um zu den Grundsätzen der Mechanik zu gelangen, die er mit großer Vollkommenheit, wenn auch nicht ganz frei von Mißgriffen formulierte.

Die Prinzipien der Mechanik oder Gesetze der Bewegung, die Newton formulierte und von denen seine Himmelsmechanik nur einen Anwendungsfall darstellt, haben folgenden Wortlaut:

9. Newtons Gesetze der Bewegung[1]). 1. Gesetz. Jeder

[1]) Übersetzung von Ph. Wolfers.

Körper beharrt in seinem Zustande der Ruhe oder der gleichförmigen gradlinigen Bewegung, wenn er nicht durch einwirkende Kräfte gezwungen wird, seinen Zustand zu ändern.

Geschosse verharren in ihrer Bewegung, insofern sie nicht durch den Widerstand verzögert und durch die Kraft der Schwere von ihrer Richtung abgelenkt werden. Ein Kreisel, dessen Teile vermöge der Kohäsion sich beständig aus der gradlinigen Bewegung entfernen, hört nur insofern auf sich zu drehen, als der Widerstand der Luft und die Reibung ihn verzögert. Die großen Körper der Planeten und Kometen aber behalten ihre fortschreitende und kreisende Bewegung in weniger widerstehenden Mitteln längere Zeit bei.

2. Gesetz. Die Änderung der Bewegung ist der Einwirkung der bewegenden Kraft proportional und geschieht nach der Richtung derjenigen geraden Linie, nach welcher jene Kraft wirkt.

Wenn irgendeine Kraft eine gewisse Bewegung hervorbringt, so wird die doppelte eine doppelte, die dreifache eine dreifache erzeugen; mögen diese Kräfte zugleich und auf einmal oder stufenweise aufeinanderfolgend einwirken. Da diese Bewegung immer nach demselben Ziele wie die erzeugende Kraft gerichtet ist, so wird sie im Fall, daß der Körper vorher in Bewegung war, entweder hinzugefügt, wenn die Richtung übereinstimmt, oder, wenn sie unter einem schiefen Winkel einwirkt, mit ihr nach den Richtungen beider zusammengesetzt.

3. Gesetz. Die Wirkung ist stets der Gegenwirkung gleich, oder die Wirkungen zweier Körper aufeinander sind stets gleich und von entgegengesetzter Richtung.

Jeder Gegenstand, welcher einen anderen drückt oder zieht, wird ebenso stark durch diesen gedrückt oder gezogen. Drückt jemand einen Stein mit dem Finger, so wird dieser vom Steine gedrückt. Zieht ein Pferd einen an einem Seile befestigten Stein fort, so wird das erstere gleich stark gegen den letzteren gezogen, denn das nach beiden Seiten gespannte Seil wird durch

dasselbe Bestreben, schlaff zu werden, das Pferd gegen den Stein und diesen gegen jenes drängen; es wird ebenso stark das Fortschreiten des einen verhindern, als das Fortrücken des anderen befördern. Wenn irgendein Körper auf einen anderen stößt und die Bewegung des letzteren irgendwie verändert, so wird ersterer in seiner Bewegung dieselbe Änderung, nach entgegengesetzter Richtung, durch die Kraft des anderen (wegen der Gleichheit des wechselseitigen Druckes) erleiden. Diesen Wirkungen werden die Änderungen, nicht der Geschwindigkeiten, sondern der Bewegungen, nämlich bei Körpern, welche nicht anderweitig verhindert sind, gleich. Die Änderungen der Geschwindigkeiten nach entgegengesetzten Richtungen sind nämlich, weil die Bewegungen sich gleich ändern, den Körpern umgekehrt proportional. Es gilt das Gesetz auch bei den Anziehungen, wie in der nächsten Anmerkung gezeigt werden soll.

Zusatz 1. Ein Körper beschreibt in derselben Zeit, durch Verbindungen zweier Kräfte, die Diagonale eines Parallelogrammes, in welcher er, vermöge der einzelnen Kräfte die einzelnen Seiten beschrieben haben werde[1]).

Zusatz 2. Hieraus ergibt sich die Zusammensetzung der geradlinig wirkenden Kräfte AD, aus irgendwelchen zwei schief wirkenden AB und BD, und umgekehrt die Zerlegung einer gradlinigen Kraft AD in die beliebigen schiefen AB und BD. Diese Zusammensetzung und Zerlegung wird in der Mechanik vollständig bestätigt.

Zusatz 3. Die Größe der Bewegung, welche man erhält, indem man von der Summe der nach einer Richtung stattfindenden Bewegungen die Summe der nach entgegengesetzter Ricstung stattfindenden subtrahiert, wird durch eine gegenseitige Wirkung der Körper aufeinander nicht geändert.

Zusatz 4. Der gemeinschaftliche Schwerpunkt zweier oder mehrerer Körper ändert seinen Zustand der Ruhe oder Bewegung

---

[1]) Die umständlichen und nichts wesentliches bringenden Beweise der sechs Zusätze sind der Kürze wegen fortgelassen worden. (W. O.)

durch die Wirkung der Körper unter sich nicht, und ersterer wird daher (unter Ausschließung äußererer Wirkungen und Hindernisse) entweder ruhen oder sich gleichförmig in gerader Linie bewegen.

Zusatz 5. Körper, welche in einem gegebenen Raume eingeschlossen sind, haben dieselbe Bewegung unter sich, dieser Raum mag ruhen oder sich gleichförmig und gradlinig, nicht aber im Kreise fortbewegen.

Zusatz 6. Wenn Körper sich untereinander auf irgendeine Weise bewegen, und gleichgroße beschleunigende Kräfte nach parallelen Richtungen auf sie einwirken, so fahren alle fort, sich auf dieselbe Weise untereinander zu bewegen, als wenn sie nicht durch jene Kräfte angetrieben würden.

10. Newtons Regeln zur Erforschung der Natur. Jeder, der auch nur den elementarsten Unterricht in der Mechanik empfangen hat, wird in den vorstehenden Darlegungen die Grundlinien seiner Kenntnisse dem Inhalte wie insbesondere auch der Form nach erkennen. Denn diese hat jener große Forscher den von ihm gebildeten bzw. vervollkommneten Begriffen in so vollendeter Weise gegeben, daß die inzwischen verlaufenen mehr als zwei Jahrhunderte in gleicher Richtung nichts Besseres hervorzubringen vermocht haben. Dieses außerordentliche Ergebnis beruht auf der ungemein hohen begrifflichen Klarheit, die Newton zu erreichen gewußt hat. Es wird deshalb nicht überflüssig sein, die von ihm formulierten Grundsätze der Forschung gleichfalls wörtlich wiederzugeben. Denn er hat dadurch für die Erkenntnistheorie mehr geleistet, als einige Dutzende späterer Philosophen, die das wissenschaftliche Forschen nur vom Hörensagen kannten.

Regeln zur Erforschung der Natur.

1. Regel. An Ursachen zur Erklärung natürlicher Dinge nicht mehr zuzulassen, als wahr sind und zur Erklärung jener Erscheinungen ausreichen.

Die Physiker sagen: Die Natur tut nichts vergebens, und

vergeblich ist dasjenige, was durch vieles geschieht und durch weniger ausgeführt werden kann . . . Die Natur ist nämlich einfach und schwelgt nicht in überflüssigen Ursachen der Dinge.

2. Regel. Man muß daher, soweit es angeht, gleichartigen Wirkungen dieselben Ursachen zuschreiben.

So dem Atmen der Menschen und der Tiere, dem Falle der Steine in Europa und Amerika, dem Lichte des Küchenfeuers und der Sonne, der Zurückwerfung des Lichtes auf der Erde und den Planeten.

3. Regel. Diejenigen Eigenschaften der Körper, die weder vermehrt noch vermindert werden können und welche allen Körpern zukommen, an denen man Versuche anstellen kann, muß man für Eigenschaften aller Körper halten.

Die Eigenschaften der Körper werden nämlich nur durch Versuche bekannt, und man muß daher diejenigen für allgemeine halten, welche im allgemeinen mit den Versuchen übereinstimmen, und die weder vermindert noch aufgehoben werden können. Offenbar kann man weder, dem Verlauf der Versuche zuwider, Träume ersinnen, noch sich von der Analogie der Natur entfernen, da diese einfach und mit sich übereinstimmend zu sein pflegt. Die Ausdehnung der Körper wird nur durch die Sinne erkannt, und nicht bei allen wahrgenommen; weil man sie aber bei allen wahrnehmbaren Körpern antrifft, nimmt man sie bei allen an. Daß mehrere Körper hart sind, erfahren wir durch Versuche. Die Härte des Ganzen entspringt aus der Härte der Teile, und hieraus schließen wir mit Recht, daß nicht nur die wahrnehmbaren Teile dieser Körper, sondern auch die unzerlegbaren Teilchen aller Körper hart sind. Daß alle Körper undurchdringlich sind, leiten wir nicht aus der Vernunft, sondern aus den Versuchen ab. Alles was wir unter Händen haben, finden wir undurchdringlich und daraus schließen wir, daß die Undurchdringlichkeit eine Eigenschaft aller Körper ist. Daß alle Körper beweglich sind und vermöge einer gewissen Kraft, welche wir die Kraft der Trägheit nennen, in der Bewegung oder Ruhe verharren, schließen

wir daraus, daß wir diese Eigenschaften an allen betrachteten Körpern wahrgenommen haben. Die Ausdehnung, Härte, Undurchdringlichkeit, Beweglichkeit und Kraft der Trägheit des Ganzen entspringt aus denselben Eigenschaften der Teile; hieraus schließen wir, daß die kleinsten Teile der Körper ebenfalls ausgedehnt, hart, undurchdringlich, beweglich und mit der Kraft der Trägheit ausgestattet sind. Hierin besteht die Grundlage der gesamten Naturlehre. Ferner lernen wir aus den Erscheinungen, daß die sich wechselseitig berührenden Teile der Körper voneinander getrennt werden können. Daß man durch Rechnung die Teile noch in kleinere zerlegen könne, ist aus der Mathematik bekannt; ob man diese so zerlegt gedachten Teile durch Kräfte der Natur darstellen kann, ist ungewiß. Wenn es sich aber durch einen Versuch ergäbe, daß einige unzerlegte Teilchen, durch Zerbrechung eines harten und festen Körpers, eine Teilung vertrügen, so würden wir daraus nach dieser Regel schließen, daß nicht nur zerlegte Teile trennbar seien, sondern daß auch unzerlegte ins Unendliche geteilt werden können.

Sind endlich die Körper in der Umgebung der Erde gegen diese schwer, und zwar im Verhältnis der Menge der Materie in jedem; ist der Mond im Verhältnis zu seiner Masse, und umgekehrt unser Meer gegen den Mond schwer; hat man ferner durch Versuche und astronomische Beobachtungen erkannt, daß alle Planeten wechselseitig gegeneinander und die Kometen gegen die Sonne schwer sind; so muß man nach dieser Regel behaupten, daß alle Körper gegeneinander schwer seien. Stärker ist der Beweis in bezug auf die allgemeine Schwere, als auf die Undurchdringlichkeit der Körper, über welche letztere wir keinen Versuch und keine Beobachtung der Himmelskörper haben. Ich behaupte aber doch nicht, daß die Schwere den Körpern wesentlich zukomme. Unter eigentümlicher Kraft begreife ich die Kraft der Trägheit, welche unveränderlich ist, wogegen die Schwere mit der Entfernung von der Erde abnimmt.

4. Regel. In der Experimentalphysik muß man die aus den Erscheinungen durch Induktion geschlossenen Sätze,

wenn nicht entgegengesetzte Voraussetzungen vorhanden sind, entweder genau oder sehr nahe für wahr halten, bis andere Erscheinungen eintreten, durch welche sie entweder größere Genauigkeit erlangen oder Ausnahmen unterworfen werden.

Dies muß geschehen, damit nicht das Argument der Induktion durch Hypothesen aufgehoben werde.

11. Abschluß. Die enorme Geistesarbeit Newtons hat für die Förderung der Probleme, die uns hier beschäftigen, unmittelbar gar nichts ergeben, wenn auch ihre mittelbare Bedeutung für sie sehr groß ist. Letztere liegt darin, daß durch Newtons Formulierung der Mechanik Inhalt und Umfang eines dissipationsfreien Naturgeschehens, wie es mit sehr größer Annäherung an dem Planetensystem der Sonne verwirklicht ist, in klassischer, d. h. dauernd gültiger Weise festgestellt worden ist. Demgemäß blieb sein Blick mit instinktivem Nachdruck von den unvollkommenen Bewegungen, wie sie sich im Gegensatz zu den vollkommenen himmlischen hier auf Erden vollziehen, abgewendet. So bildet seine Geistesarbeit die Folie, von der sich hernach die grundsätzlich entgegengesetzt orientierte der „dissipativen" Denker abgehoben hat, wodurch die reinliche Herausarbeitung jener ganz anderen Begriffe allein erst möglich wurde.

12. Der Wirklichkeitswert der klassischen Mechanik. Es ist hier nicht der Ort, die weiteren Stufen in der Entwicklung der Mechanik im einzelnen zu verfolgen. Wir begnügen uns mit der maßgebenden Formulierung, welche diese durch Lagranges klassische Analytische Mechanik im Jahre 1788 erlangt hat. Hiernach war jedes mögliche Problem der Mechanik auf seine mathematischen Grundlagen wenigstens formal zurückgeführt worden, so daß man es scharf ansetzen konnte und daß seine Lösung weiterhin nur noch von der Ausführung der durch die Bedingungen des Problems gegebenen Rechenoperationen abhängig blieb. Daß diese letzteren in vielen Fällen die Grenzen der zeitweiligen mathematischen Möglichkeiten überstiegen, hat mit der abschließenden Gestaltung der Grundgleichungen natürlich

nichts zu tun, ebensowenig wie deren Richtigkeit dadurch beeinträchtigt werden kann, daß man weiterhin einfachere Formen und Anwendungsweisen eben dieser Grundgleichungen auffinden konnte und aufgefunden hat. Wir haben es also in dieser klassischen Mechanik in bestimmtem Sinne mit einer abgeschlossenen Wissenschaft zu tun, ähnlich wie es z. B. die Euklidische Geometrie ist.

Für uns ist die wichtigste Frage die, wieweit diese Mechanik die Wirklichkeit darzustellen vermag. Denn ihre relative Vollkommenheit hat sie ja nur dadurch erlangt, daß sie bewußt und konsequent darauf verzichtete, gewisse Seiten der Wirklichkeit, die nicht weniger wirklich sind, als etwa die Beschleunigung und das Beharrungsvermögen, insbesondere die schließliche Erschöpfung aller irdischen Bewegungen, zu berücksichtigen. Auch hier wurde also die Meisterschaft nur durch Beschränkung, und zwar eine sehr weitgehende Beschränkung erkauft.

Daß dies zunächst nicht deutlich in das Bewußtsein der Zeit trat, daß vielmehr diese Mechanik als das letzte Wort der exakten Wissenschaft angesehen wurde, ergab sich aus ihrer Anwendung auf die astronomischen Bewegungen. Durch unbewußt aber stark nachwirkende Stimmungen aus dem religiösen Gebiete wurde nämlich die Erfassung der himmlischen Bewegungen als eine besonders hohe wissenschaftliche Leistung angesehen, während doch z. B. die Erforschung der chemischen Grundgesetze auf den ganzen Zustand der Menschheit einen unvergleichlich tiefgehenderen Einfluß ausgeübt hat, als die der himmlischen Bewegungen. Denn die letzteren haben schließlich sachlich nicht viel mehr bewirkt, als für Seefahrer, Geometer und Geographen genaue Bestimmungen von Zeit und Ort zu erleichtern oder zu ermöglichen, und der größte Teil der angestrengten astronomischen Arbeiten ist für die tatsächlichen Bedürfnisse der Menschheit, eingeschlossen die höheren geistigen, von verhältnismäßig geringer Bedeutung gewesen. Im Gegensatz dazu ist z. B. die Chemie nicht nur die Grundlage des gegenwärtigen eisernen Zeitalters in technischer Beziehung geworden, sondern sie hat schon früh, nämlich durch

die Erfindung des Schießpulvers, eine neue politische Periode der Menschheit bewirkt, ferner aber als Grundlage der Medizin wie des Ackerbaus das Leben der Menschheit unvergleichlich viel leichter und sicherer als vorher gemacht. Diese Überschätzung der Astronomie, die bis auf unsere Zeit fortdauert und z. B. in Amerika fast unbeschränkte freiwillige Spenden von privater Seite für die Erbauung von Sternwarten flüssig macht, wirkte damals dahin, daß die wissenschaftliche Bewältigung der astronomischen Erscheinungen, wie sie Newton durch die Aufstellung seines Gravitationsgesetzes gelang, als die größte Leistung angesehen wurde, deren der menschliche Geist überhaupt fähig war. Aus diesem Gedankengange erklärt es sich, daß Laplace, der die genauere Anwendung des Newtonschen Gesetzes auf die Planetenbewegungen unter Berücksichtigung ihrer gegenseitigen Beeinflussungen oder Störungen, gemäß diesem Gesetz, durchgeführt hatte, eine „Weltformel" ganz im Sinne der klassischen Mechanik für möglich ansah, aus der man durch Einsetzung der zugehörigen Konstanten und Funktionen jedes vergangene und zukünftige Ereignis der Welt sollte entnehmen können.

13. Kritik der Weltformel. Daß eine solche Auffassung ein grober Irrtum war, hätte eigentlich schon jener Zeit klar werden können, wenn diese überhaupt geneigt gewesen wäre, an dem Gedanken selbst wissenschaftliche Kritik zu üben. In den Gleichungen der klassischen Mechanik kommt nämlich die Zeit immer nur im Quadrat vor. Das bedeutet, daß ein jeder Vorgang ebensogut vorwärts wie rückwärts, bezogen auf seinen tatsächlichen Ablauf, sollte stattfinden können. Denn ob man einen bestimmten Zeitwert mit positivem Zeichen, die Zukunft darstellend, oder mit negativem, die Vergangenheit darstellend, in die Formel setzt, macht keinen Unterschied, wenn nur der Zahlenwert derselbe ist, denn das Quadrat einer positiven Größe ist identisch mit dem Quadrat der numerisch gleichen negativen Größe. Dies bedeutet mit anderen Worten, daß ein jeder durch die Gleichungen der klassischen Mechanik darstellbare Vorgang grundsätzlich umkehrbar ist.

Nun haben aber die irdischen Geschehnisse sicherlich nicht diese Eigenschaft. Denn man hat nie erlebt, daß sich die Eiche in eine Eichel, und der Greis in ein Kind zurückverwandelt, kurz daß die Welt so verlaufen könnte, wie sie uns von einem umgekehrt laufenden Kinematographenfilm gezeigt wird. Vielmehr ist der zeitliche Verlauf der Welt auf das bestimmteste nichtumkehrbar, und keine Eigenschaft der natürlichen Geschehnisse ist deutlicher und entschiedener ausgesprochen, als eben diese ihre zeitliche Einsinnigkeit. Zwischen früher und später besteht nie und nimmer auch nur die geringste Gefahr der Verwechselung, während doch die klassische Mechanik früher und später überhaupt nicht zu unterscheiden vermag, da man beim Ziehen der Wurzel aus dem quadratischen Zeitwert bekanntlich stets unbestimmt lassen muß, ob der positive oder der negative Wert herausgekommen ist.

Ich lege Gewicht darauf, diese Verhältnisse schon hier auf das schärfste zu betonen, da sie maßgebend für die ganze spätere Betrachtung sind und daher in ihrer Allgemeinheit nicht früh und deutlich genug eingeprägt werden können. Wir müssen also feststellen, daß durch die Abstraktionen, welche die klassische Mechanik vorgenommen hat, um zu dem einfachen Grenzfall zu gelangen, den sie mathematisch darstellen kann, aus der Wirklichkeit ein Element entfernt worden ist, welches so wesentlich und charakteristisch für sie ist, daß jene abstrakte Formulierung hierdurch unfähig für die Darstellung eben dieser Wirklichkeit bezüglich der uns zunächst umgebenden und daher wichtigsten Erscheinungen geworden ist.

14. Der wissenschaftliche Materialismus. Bei den astronomischen Erscheinungen spielt nun aber dieser fortgelassene Anteil keine erhebliche Rolle, und daher lassen sie sich mit völlig ausreichender Genauigkeit unter jener Abstraktion darstellen. Hier vereinigte sich also die Überschätzung der Astronomie mit dem Gelingen der wissenschaftlichen Darstellung ihrer Haupterscheinungen durch die Mechanik, um dieser weitgehend vereinfachten und dadurch erleichterten Wissenschaft das unbedingte

Ansehen zu verschaffen, das sie bis auf unsere Tage genossen hat. Insbesondere ist der philosophische Einfluß, den diese glänzende Bewältigung der massiven planetarischen Erscheinungen ausgeübt hat, während eines Jahrhunderts ein ganz unbedingter gewesen und hat zu dem wissenschaftlichen Mechanismus und Materialismus geführt, welcher bis vor kurzem die allgemein angenommene philosophische Weltanschauung der naturwissenschaftlich gebildeten Kreise gewesen ist.

Die Entwicklung dieser Anschauung setzte unmittelbar nach der Durchführung der Newtonschen Lehre in den weiteren wissenschaftlichen Kreisen ein. Zuerst hatte allerdings die französische Akademie der Wissenschaften, welche damals sich als oberste Richterin in allen wissenschaftlichen Angelegenheiten der Menschheit fühlte, Newtons Ansichten abgelehnt, weil sie in einer nebensächlichen Folgerung mit den (falschen) Messungen der Akademie in Widerspruch getreten waren, und es war während einiger Dezennien unbedingt verboten, im Schoße dieser gelehrten Körperschaft Newtons Ansichten überhaupt zu erwähnen, ja die von ihm benutzten Ausdrücke anzuwenden. Dann zwang die Gewalt der Tatsachen sie, nachzugeben, und nachdem Laplace seine Abrundung der Newtonschen Theorie, die nicht eben viel Originales enthielt, bewerkstelligt hatte, wurde diese einigermaßen als Eigentum der französischen Wissenschaft angesehen. In diesem Kreise wurde denn auch alsbald jene von Newton zwar ins Auge gefaßte, aber nur in vorsichtigen Tastversuchen angedeutete allgemeine Anwendung der Mechanik auf alle anderen Naturerscheinungen in radikalster Weise durchgeführt. Das Ergebnis war das dem Kreise der Enzyklopädisten entstammende unbedingte mechanistische „Système du monde“ des Barons Holbach.

15. Gefühl für die Unzulänglichkeit. Goethes bekannte Bemerkungen über diese Weltauffassung und -darstellung sind so charakteristisch, da sie hier wiederholt sein mögen.

„Wenn wir von den Enzyklopädisten reden hörten oder einen Band ihres ungeheuren Werkes aufschlugen, so war es uns zumute, als wenn man zwischen den unzähligen bewegten Spulen

und Weberstühlen einer großen Fabrik hingeht und vor lauter Schnarren und Rasseln, vor allem Aug und Sinne verwirrenden Mechanismus, vor lauter Unbegreiflichkeit einer auf das mannigfachste ineinander greifenden Anstalt, in Betrachtung dessen, was alles dazu gehört, ein Stück Tuch zu fertigen, sich den selbsteigenen Rock verleidet fühlt, den man auf dem Leibe trägt." . . .

„Ich gedenke statt aller des „Système de la nature", das wir aus Neugier in die Hand nahmen. Wir begriffen nicht, wie ein solches Buch gefährlich sein könne. Es kam uns so grau, so kimmerisch, so totenhaft vor, daß wir Mühe hatten, seine Gegenwart auszuhalten, daß wir davor wie vor einem Gespenst schauderten . . . Alles sollte notwendig sein und deswegen kein Gott. Könnte es denn aber nicht auch notwendig einen Gott geben? Dabei gestanden wir uns freilich, daß wir uns zu den Notwendigkeiten der Tage und Nächte, der Jahreszeiten, der klimatischen Einflüsse, der physischen und animalischen Zustände nicht wohl entziehen könnten; doch fühlten wir etwas in uns, das als vollkommene Willkür erschien, und wieder etwas, was sich mit dieser Willkür ins Gleichgewicht zu setzen versuchte . . . Eine Materie sollte sein, von Ewigkeit, und von Ewigkeit her bewegt, und sollte nun mit dieser Bewegung nach rechts und links und nach allen Seiten ohne weiteres die unendlichen Phänomene des Daseins hervorbringen. Dies alles wären wir sogar zufrieden gewesen, wenn der Verfasser uns wirklich aus seiner bewegten Materie die Welt vor unseren Augen aufgebaut hätte. Aber er mochte von der Natur so wenig wissen, als wir; denn indem er einige allgemeine Begriffe hingepfahlt, verläßt er sie sogleich, um dasjenige, was höher als die Natur oder als höhere Natur in der Natur erscheint, zur materiellen, schweren, zwar bewegten, aber doch richtungs- und gestaltlosen Natur zu verwandeln, und glaubt, dadurch recht viel gewonnen zu haben."

Wir müssen im Auge behalten, daß Goethe mit diesen Worten zwar Jugendeindrücke wiedergibt, aber doch so, wie sie sich ihm im hohen Alter erhalten haben. Es ist insbesondere die Richtungslosigkeit der mechanistischen Natur, die ihm wider-

wärtig und unwahr erscheint. Hier hat ihn wieder einmal sein so überaus sicherer Instinkt geführt, indem er gerade von der Seite der mechanistischen Naturauffassung sich abgestoßen fühlt, die die unvollkommenste, ja so unvollkommen ist, daß sie allein das System als irrtümlich erkennen läßt. Denn die einseitige Richtung der Weltentwicklung (oder voraussetzungsloser gesagt: der Weltveränderung) läßt sich auch nach der flüchtigsten Beobachtung nicht verkennen und noch weniger in Abrede stellen.

16. Leibnizens Einwand. Auch eine andere Unzulänglichkeit der mechanistischen Auffassung löst bei ihm eine gefühlsmäßige Gegenreaktion aus, nämlich der Anspruch, das Geistige als mechanische Erscheinung erklären zu wollen. Bereits zwei Menschenalter früher hat Leibniz diese Unmöglichkeit ganz klar eingesehen und in wiederholten Darlegungen unwiderleglich nachgewiesen. Die bekannteste derartige Stelle findet sich in einem Briefe an Bayle von 1702 und lautet: „Der gelehrte Engländer, von dem ich sprach (Hobbes), scheint nun auch zu behaupten, die Materie könne, ebenso wie eine bestimmte Rundung, auch Bewußtsein annehmen, so daß eine bestimmte Organisation oder eine bestimmte Figur auch das Denken hervorbringen könne. Mit der Zerstörung dieser Organisation würde alsdann auch das Denken aufhören. Ich habe mir indessen die Freiheit genommen, ihm zu sagen, daß die Gedanken ersichtlich von einer ganz anderen Art sind. Selbst wenn man Augen hätte, die so durchdringend wären, daß sie die kleinsten Teile im Gefüge des Körpers sehen könnten, so wüßte ich doch nicht, wie man dadurch weiter gelangen könnte. Den Ursprung der Perzeption würde man darin ebensowenig finden, wie man ihn in einer Uhr findet, in der alle Teile sichtbar wären, die die Maschine zusammensetzen, oder wie man ihn in einer Mühle entdecken könnte, selbst wenn man zwischen den Rädern umherginge. Denn zwischen einer Mühle und einer anderen, feineren Maschine besteht doch nur ein Gradunterschied. Man kann es wohl verstehen, daß die Maschine die schönsten Dinge der Welt hervorbringt, niemals aber, daß sie sich diese zum Bewußtsein bringt. Nichts steht unter den sicht-

baren Dingen dem Gedanken näher, als das Bild in einem Spiegel, und die Spuren im Gehirn könnten nicht exakter sein — dennoch aber bringt alle Exaktheit des Spiegelbildes keine Perzeption an dem Orte hervor, an dem es sich befindet. Von welcher mechanischen Hypothese man also ausgehen mag, man kommt durch keine dem Bewußtsein näher, sondern bleibt stets unendlich weit davon entfernt, wie es bei absolut heterogenen Dingen immer der Fall ist, wie denn z. B. eine Fläche, und wenn man sie auch noch so oft vervielfältigt, doch niemals einen Körper ergeben kann. Man sieht auch, daß, während der Gedanke die Tätigkeit einer Sache auf sich selbst ist, dies bei den Figuren und Bewegungen nicht stattfindet, da diese niemals das Prinzip einer wahrhaft innerlichen Tätigkeit aufweisen."

Wie man sieht, handelt es sich hier um den Gegensatz Materie—Denken, der in der Philosophie jener Zeit, insbesondere der des Descartes, eine entscheidende Rolle spielt. Leibniz überbrückte diesen Gegensatz, den er gleichfalls für fundamental hält, durch seine Theorie der prästabilierten Harmonie, derzufolge diese beiden Welten wirklich nie und auf keine Weise etwas miteinander zu tun haben; sie sind deshalb von Gott ein für allemal derart einander zugeordnet worden, daß sie gleichzeitig korrespondierende Änderungen erfahren, die den Schein erwecken, als beeinflußten sie sich gegenseitig. Wenn ich also z. B. eine Birne sehe, die mir reif zu sein scheint, und sie esse, so haben hierbei meine Gedanken nicht das geringste unmittelbar mit den entsprechenden Bewegungen zu tun. Vielmehr gehen einerseits die geistigen Vorgänge ganz für sich vonstatten, andererseits die physischen, und nur ihre Gleichzeitigkeit bewirkt, daß wir den Eindruck erhalten, die einen seien durch die anderen bedingt.

Diese Ansicht besteht noch heute in einer weniger klaren Form, welche man den psychophysischen Parallelismus nennt; deshalb ist sie hier erwähnt worden. Sie ist der Ausdruck für die Unvereinbarkeit des mechanischen Geschehens mit dem geistigen und muß daher in irgendeiner Form von jedem aner-

kannt werden, der alles physische Geschehen als ein mechanisches auffaßt, wie dies auch bei den Vertretern des psychophysischen Parallelismus der Fall ist. Die Auflösung dieser Schwierigkeit findet sich in der Energetik. Indem diese neben den mechanischen Vorgängen noch viele andere, von ihnen verschiedene anerkennt, die zwar nicht den Gesetzen der Mechanik, wohl aber denen der Energetik unterworfen sind, kann sie auch die geistigen Vorgänge als innerhalb des Rahmens der Energiegesetze verlaufend erkennen und insofern den mechanischen zuordnen. Im Materialismus oder Mechanismus wird versucht, die geistigen Erscheinungen den mechanischen als eine besondere Art unterzuordnen, was natürlich auf keine Weise gelingen kann, da jenen weder Masse noch Gewicht anhaftet. Wohl aber können und müssen sie den mechanischen nebengeordnet werden, da sie als Arbeitsvorgänge anerkannt werden müssen, d. h. sie erweisen sich als energetische Vorgänge.

Drittes Kapitel.

Der Vitalismus und seine Gegenreaktion.

17. Die Naturphilosophie. Aus den oben angeführten Worten Goethes geht hervor, daß insbesondere die Lebenserscheinungen sich als beständiger Widerspruch gegen die Mechanik gefühlsmäßig geltend machten. Dieser Widerspruch wuchs so stark an, daß er, insbesondere in Deutschland und Skandinavien, zu einer philosophischen Gegenströmung Anlaß gab, die während einiger Jahrzehnte das wissenschaftliche Denken stark beherrschte.

Es war dies die Naturphilosophie vom Anfange des neunzehnten Jahrhunderts. Begründet durch Goethes Widerstand gegen die mechanistische und mathematische Auffassung der Naturerscheinungen, der sich insbesondere in dessen Kampf gegen Newtons Farbenlehre aussprach, nahm diese geistige Bewegung sehr schnell einen überaus unklaren und mystischen Charakter an,

der nach dem allgemeinen Gesetze der Nach- und Überregulierung weit über das notwendige, ja zweckmäßige Maß hinausging. Insbesondere verlor sich bald die unbedingte Achtung vor der Naturerscheinung, welche Goethe zu seinem Widerspruch geführt hatte, und machte einer ebenso schädlichen Entfernung von den Tatsachen Platz, wie sie in den hypermathematischen Spekulationen der französischen Mechanisten vorlag und die Abneigung des vorwiegend visuell angelegten Goethe erweckt hatte.

Für die Wissenschaft selbst ist jene Phase im wesentlichen unfruchtbar geblieben. Versucht man die Schriften jener Zeit zu lesen, so erkennt man alsbald das Warum. Die beginnenden schnellen Erfolge der Naturforschung hatten einen intellektuellen Rausch hervorgebracht, der sich in einer ungeheuren Übertreibung der Fähigkeiten äußerte, die man dem Geiste oder der Vernunft, der intellektuellen Anschauung, und wie sonst die spirituellen Vermögen heißen mögen, die man damals zur Rechtfertigung jener Phantasien erfand, zuschrieb. Die Hauptschuld hieran scheint der nüchterne Kant zu tragen, der die ihm von Hume nahegelegte Erkenntnis von dem subjektiven Anteil an allem menschlichen Wissen dahin übersteigerte, daß er nicht den Inhalt unseres Geistes als durch die Außenwelt bestimmt annahm, sondern umgekehrt behauptete, die Beschaffenheit der Außenwelt, wie wir sie kennen, sei ausschließlich durch die Form unseres Geistes bestimmt, und hinter dieser „Erscheinung" bestehe das absolut unerkennbare „Ding an sich". Von dieser Ansicht bis zu der Forderung, daß man die Gesetze dieser äußeren Scheinwelt gleichfalls im Geiste müsse vorfinden können, da dieser ja doch die Erscheinung bestimme, war nur ein kurzer Schritt, und so beschäftigten sich die Naturphilosophen alsbald damit, die Naturgesetze zu konstruieren, statt sie durch Beobachtung zu finden. Als Hauptstück ihres geistigen Rüstzeuges diente ihnen der Begriff der Polarität, wie er an den magnetischen und elektrischen Erscheinungen längst bekannt war, den sie aber hernach in jeder Naturerscheinung wiederzufinden gedachten. Die besondere Vorliebe für diesen einzelnen Begriff erklärt sich aus dem mysti-

schen Zuge, der allen diesen Männern im Gegensatz zu der Nüchternheit der Mechanisten gemeinsam war. Es ist eines der sichersten Reagentien auf Mystizismus, daß der Betreffende eine besondere Genugtuung an der Zusammenstellung kontradiktorischer Gegensätze empfindet. Dies ist nämlich das einfachste Mittel, das Unmögliche möglich zu machen, wenn allerdings auch nur in Worten, und darum zieht diese billige Form des Wundertuns so unwiderstehlich die wunderbedürftigen Seelen an. Die polaren Naturerscheinungen wurden nun als eine Verwirklichung solcher kontradiktorischer Gegensätze betrachtet und galten daher als Urtypen alles Geschehens. Wie bekannt, hat schließlich Hegel, mit dem diese Woge ihren Höhepunkt erreicht und sich überstürzt hat, ebendiese Setzung und Gegensetzung, aus der dann das höhere Ergebnis entstehen sollte, zum Grundschema des Denkprozesses des Urgeistes gemacht, dessen Denken sich in der Welt darstellt, woher denn auch diese den gleichen mystisch-rhythmischen Charakter angenommen hat.

18. Der Rhythmus des Geschehens. Nun ist, wie bereits angedeutet, ein solcher rhythmischer Charakter der natürlichen Geschehnisse, inbesondere der geschichtlichen zweifellos vorhanden, und seine Existenz hat sicherlich die Ausbildung jener Gedanken erheblich befördert. Nur steckt, wie man bei genauerer Analyse erkennt, nicht das mindeste Mystische in dieser allgemeinen Erscheinung; sie ist vielmehr eine so nüchtern technische Notwendigkeit, daß sie sich überall findet, beim Abtropfen des Wassers wie bei der Entwicklung der Kunst, in den politischen Geschehnissen wie im Befinden jedes einzelnen Menschen. Ich habe bereits wiederholt auf diese sehr allgemeine phoronomische Erscheinung und ihre Erklärung hingewiesen. Da ich mich aber habe überzeugen müssen, daß diejenigen, die es am meisten angeht, nämlich die Historiker, geneigt sind, die Sache als ein Symbol und nicht als eine ganz grobe und unmittelbare physische und psychische Notwendigkeit anzusehen, so muß ich Geduld üben und sie nochmals darlegen.

Betrachten wir irgendein Geschehnis, das sich selbst reguliert,

d. h. mit irgendeiner Einrichtung ausgestattet ist, durch welche ein Zuviel gehemmt, ein Zuwenig ersetzt wird, so wird es sich notwendig folgendermaßen verhalten müssen. Gesetzt, es sei eben ein Zuviel vorhanden. Dann wird die Selbstregulierung eintreten, d. h. der Zustand wird sich in solchem Sinne ändern, daß eine Hemmung hervorgebracht wird, damit das Zuviel abnimmt. Diese Hemmung wird sich zunächst solange betätigen, als das Zuviel vorhanden ist; sie wird aber ihre Betätigung noch darüber hinaus fortsetzen. Denn die Organe oder Bedingungen, allgemein die Regulatoren, durch welche diese Zurückführung besorgt wird, können sich gar nicht anders betätigen, als nachdem der Zustand bereits eingetreten, zu dessen Beseitigung sie eingerichtet sind. Also wird auch die Hemmung solange fortwirken, bis nicht nur das Zuviel beseitigt, sondern bereits ein merkliches Zuwenig eingetreten ist. Dann erst ist eine Ursache vorhanden, welche die Hemmung aufhören und in eine Beförderung übergehen lassen wird. Denn wenn ein Zuwenig vorhanden ist, tritt gleichfalls nach unserer Voraussetzung eine Selbstregulierung ein.

Die neu eingetretene Beförderung dauert nun auch ihrerseits solange an, bis nicht nur das Zuwenig beseitigt, sondern bereits wiederum ein merkliches Zuviel entstanden ist; denn erst dann kann der Regulator sich im entgegengesetzten Sinne betätigen. So kann die Selbstregulierung überhaupt nicht anders wirken, als indem sie das Gebilde in rhythmischem Wechsel zwischen Zuviel und Zuwenig schwanken läßt, und dieser Wechsel ist die notwendige Folge der auf Konstanthaltung gerichteten Organisation selbst.

Betrachten wir einige Sonderfälle, um uns von der Allgemeinheit dieses Urphänomens zu überzeugen. Beispielsweise sind alle Dampfmaschinen, die mit bestimmter Geschwindigkeit gehen sollen, mit einem Zentrifugalregulator ausgestattet, der den Dampfzufluß öffnet, wenn die Maschine zu langsam geht, und ihn schließt, wenn sie zu schnell geht. Dies beruht darauf, daß die Schwungkugeln des Regulators, die von der Maschine proportional ihrer jeweiligen Geschwindigkeit gedreht werden, zusammenfallen,

wenn die Geschwindigkeit zu klein wird, und auseinanderstreben, wenn sie größer wird. Geht also die Maschine zu langsam, so sinken die Kugeln, öffnen den Dampfhahn und der reichlicher zuströmende Dampf beschleunigt den Gang. Dieser wird schneller und schneller, wobei sich die Kugeln entsprechend heben, aber erst nachdem der Gang schon zu schnell geworden ist, schließen sie den Dampfzufluß so ab, daß eine Verlangsamung die Folge ist. Dann findet wieder eine Beschleunigung über den Mittelwert statt und das Spiel wiederholt sich von neuem. Der Gang der Dampfmaschine schwankt also rhythmisch mit etwas zu großer und etwas zu kleiner Geschwindigkeit um den Mittelwert.

Zweitens betrachten wir den wirtschaftlichen Zustand eines Volkes mit starker industrieller Produktion. Wir nehmen an, daß eben die vorhandenen Fabriken reichlich beschäftigt sind und lohnenden Absatz finden. Dann wird das vorhandene Kapital auf diesem Gebiete Beschäftigung suchen und es wird dadurch gleichzeitig eine Vermehrung der Fabriken und eine Erhöhung des Zinsfußes eintreten, welch letztere als Regulator gegen die unverhältnismäßige Vermehrung der Produktion wirkt. Trotzdem wird nach einiger Zeit zu viel und wegen der erhöhten Zinsen sowie Arbeitslöhne zu teuer produziert werden, während die gestiegene Konkurrenz gleichzeitig auf den Verkaufspreis drückt und den Markt einengt. Hierdurch wird die Produktion so unvorteilhaft, daß eine Anzahl der Fabriken den Betrieb einstellen muß, während die kräftigeren ihn nur einschränken. Dieser Rückgang dauert solange an, bis wiederum die Bedingungen für günstige Markt- und Produktionsverhältnisse vorhanden sind, worauf der gleiche Rhythmus von Überproduktion und Krise sich wiederholt.

19. Einfluß des Regulators. Ähnliche rhythmische Erscheinungen, die sich in ganz gleicher Weise erklären, zeigt ferner das Leben des einzelnen, das nicht nur in die gewöhnliche Tagesperiode mit überdurchschnittlicher Energieausgabe während des Tages und unterdurchschnittlicher während des nächtlichen Schlafes aufweist, sondern auch noch längere, von der

Organisation des einzelnen abhängige Perioden erhöhter und verminderter Tätigkeit, die sich z. B. bei Goethe in etwa zehnjährigem Rhythmus gezeigt haben. Alle diese Erscheinungen sind in letztere Linie auf solche Selbstregulierungen zurückzuführen, welche ihre Betätigung immer erst verspätet ausüben und ausüben müssen und dadurch die Perioden mit Notwendigkeit hervorrufen.

Gleichzeitig wird der aufmerksame Leser bereits bemerkt haben, daß diese Perioden einen verschiedenartigen Charakter je nach der Beschaffenheit der Selbstregulierung haben und haben müssen. Bleiben wir bei der Dampfmaschine als dem einfachsten Falle. Wäre der Regulator überhaupt nicht vorhanden, so würde die Maschine entweder stehen bleiben (falls der Dampfzufluß nicht ausreicht, um die vorgelegte Arbeit zu leisten), oder sie würde „durchgehen", d. h. immer schneller und schneller laufen, bis schließlich irgendein Teil durch die übermäßige Geschwindigkeit zerstört wird. Wird ein Regulator angebracht, der sehr „unempfindlich" ist, d. h. einen sehr großen Überschuß an Geschwindigkeit braucht, ehe er überhaupt in Tätigkeit tritt, so bleibt gleichfalls die Gefahr bestehen, daß die Maschine durch zu große Geschwindigkeit geschädigt wird oder infolge zu kleiner stehen bleibt; der Regulator muß also eine gewisse Empfindlichkeit haben, wenn er überhaupt seinen Zweck erfüllen soll. Je empfindlicher er andererseits ist, um so kleiner sind die Abweichungen, auf die er bereits regulierend antwortet, um so gleichförmiger wird also die Geschwindigkeit sein und um so geringer auch die Gefahr einer Schädigung der Maschine oder des Betriebes. Man erkennt alsbald, daß auch industrielle Krisen um so schwächer und ungefährlicher auftreten werden, je entwickelter der ökonomische Regulator, nämlich der offene Geldmarkt, bzw. die Börse ist. Diese Einrichtungen haben die Tendenz, kommende Schwankungen zu „eskomptieren", d. h. in ihrer ökonomischen Wirkung vorauszunehmen, und wirken daher in solchem Sinne, daß sie die Überschreitungen des Mittelzustandes beiderseits zeitlich verkürzen und quantitativ vermindern. Daher sind während der letzten

hundert Jahre die in zehn- bis fünfzehnjährigen Perioden auftretenden ökonomischen Krisen immer milder geworden und werden auch fernerhin die gleiche abnehmende Tendenz aufweisen, solange nicht ganz neue wirtschaftliche Faktoren erscheinen, die man noch nicht zu eskomptieren versteht und die daher erst nach bedeutender Überschreitung des Mittelwertes regulierende Gegenwirkungen auslösen.

20. Materialistische Gegenwirkung. Diese Darlegungen werden genügen, um auch für das geistige Leben ähnliche rhythmische Schwankungen erwarten zu lassen, wie wir sie an so vielen und verschiedenartigen zeitlichen Vorgängen erkannt haben. Denn auch diese Dinge unterliegen einer Selbstregulierung, die durch die Zweckmäßigkeit der augenblicklich bestehenden geistigen Beschaffenheit für die allgemeinen Lebensverhältnisse bestimmt wird. Der mechanistische Materialismus der französischen Aufklärung war eine Reaktion gegen die vorangegangene kirchliche Beengung des Denkens, und ebenso war die deutsche Naturphilosophie die Gegenreaktion gegen die unzulängliche Beschaffenheit der materialistischen Philosophie. Weil ihre Nachteile im Gebiete des Anorganischen damals noch nirgendwo zutage traten, sehr stark aber im Gebiete der Lebenserscheinungen, für deren unzweideutigst einsinnigen Ablauf sie keine Erklärung boten, ging auch der Einfluß der Naturphilosophie in den anorganischen Wissenschaften sehr schnell vorüber, während er sich innerhalb der biologischen Wissenschaften sehr viel länger hielt. Hier tritt die Reaktion in Gestalt des Kampfes der naturwissenschaftlich orientierten Physiologie gegen die Lehre von der Lebenskraft erst in der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts kräftig ein und bewirkt alsbald eine Wiederbelebung des mechanistischen Materialismus, der die ganz allgemeine Weltanschauung des Arztes und Physiologen dieser Zeit bis in unsere Tage gewesen und teilweise noch geblieben ist.

In diese Zeit fällt denn auch ein neues Auftreten jener am Schlusse des vorigen Kapitels erwähnten, von Leibniz präzisierten Schwierigkeit des Mechanismus, die geistigen Vorgänge zu er-

klären. Während noch Moleschott die Gedanken ebenso für ein Sekretionsprodukt des Gehirns erklärt hatte, wie der Harn ein Sekretionsprodukt der Nieren ist, wurde etwas später dem ebenso materialistisch denkenden Du Bois-Reymond doch die nicht mechanisch-materielle Natur der Gedanken, die weder Körperhaftigkeit noch Masse haben, soweit klar, daß er den hier vorhandenen Widerspruch scharf erkannte. Statt sich aber hierdurch zu einer Revision seiner mechanistischen Grundanschauung veranlaßt zu sehen, erklärte er den Widerspruch für einen notwendigen, in der Natur des menschlichen Denkvermögens begründeten und behauptete seine absolute Unlösbarkeit. Er ist hierin nur einem ausgezeichneten Beispiele gefolgt, denn auch Kant hatte seinerzeit die von ihm gefundenen Antinomien oder inneren Widersprüche seiner Weltanschauung nicht dieser, sondern der Beschaffenheit der menschlichen Vernunft in Rechnung gesetzt, und auch in ihnen unlösbare „Welträtsel" gesehen.

Es ist bereits darauf hingewiesen worden, daß jenes andere Welträtsel seine Lösung durch die Energetik gefunden hat.

Viertes Kapitel.

Vorstufen des Dissipationsgesetzes.

21. Typische Einzelfälle. Man darf mit Sicherheit vermuten, daß die ersten Anfänge der Erkenntnis eines so wichtigen Gesetzes, wie es das von der Dissipation der Energie ist, sich in der Entwicklungsgeschichte der exakten Wissenschaften bis weit hinauf müssen verfolgen lassen. Tatsächlich haben wir in der Formulierung seiner Ideen über Fall, Kraft und Bewegung Aristoteles unter dem Einflusse der täglichen Erfahrungen nach dieser Richtung gehend angetroffen, und der große Schritt, den Galilei gewagt hatte, bestand gerade in der Befreiung oder Abstraktion seiner Betrachtung von diesem Anteil der Erfahrung. Daneben lassen sich Entdeckungen und Begriffsbildungen verfolgen, welche

wir seitdem als wesentlich mit dem Dissipationsgesetz verbunden erkannt haben, welche aber in ihrer Zeit nur als besondere Kapitel der Physik betrachtet wurden, die bestimmte Seiten dieses so vielseitigen und von geschlossenem Zusammenhang damals noch hoffnungslos weit entfernten Gebietes darstellten.

Die wichtigste dieser Erscheinungen ist die Wärmeleitung, die Tatsache, daß ein bloßer Temperaturunterschied zweier benachbarter Gebiete der ausreichende Grund dafür ist, daß alsbald thermische Vorgänge eintreten, die nicht früher enden, als nachdem jener Unterschied verschwunden ist. Das Hauptgesetz hierfür ist bereits von Newton gelegentlich dahin ausgesprochen worden, daß der Wärmeverlust eines heißen Körpers jeweilig dem Temperaturüberschuß über die Umgebung porportional ist. Beachtet man, daß die Temperatur den Intensitätswert der Wärme darstellt, und nimmt man eine Verallgemeinerung voraus, die später von der Wärme aus über die anderen Energiearten stattgefunden hat, so erkennt man in diesem Satz den ersten Sonderfall des allgemeinen Gesetzes, daß aller Energieausgleich proportional dem Unterschied der betreffenden Intensitäten erfolgt. Man kann dieses Gesetz als das Elementargesetz jedes Energieausgleiches, somit also überhaupt jedes Geschehens ansehen, und es wird daher bereits hier am Platze sein, auf einige wichtige Verhältnisse hinzuweisen, die unmittelbar aus den einfachsten Anwendungsfällen dieses Gesetzes sich ergeben. Sie sind für die Wärme bereits von Newton ausgesprochen worden.

Bestimmt man die Zeit, während welcher der beobachtete Körper, der sich in einer gleichförmig temperierten Umgebung befinden soll, die durch seine Anwesenheit nicht merklich beeinflußt wird, von seinem Temperaturüberschuß einen bestimmten Anteil (z. B. die Hälfte) verliert, so wird er die gleiche Zeit brauchen, um von dem noch vorhandenen Überschuß wieder die Hälfte, d. h. ein Viertel des anfänglichen Überschusses zu verlieren. Die nächste Hälfte oder $^1/_8$ des anfänglichen Überschusses braucht wiederum ein drittes gleiches Zeitintervall, und so geht es weiter, in der Reihe

$^1/_2 + {}^1/_4 + {}^1/_8 + {}^1/_{16} + {}^1/_{32} + \ldots$ Nennt man z die Anzahl solcher gleicher Zeitintervalle, und t den Temperaturüberschuß, der nach z Zeiten noch vorhanden ist, so folgt $t = (^1/_2)^z$, oder, wenn man statt $^1/_2$ den allgemeinen Bruchteil $^1/a$ des anfänglichen Temperaturüberschusses einführt und z entsprechend durch bz ersetzt, $t = (^1/a)^{bz}$ oder $t = a^{-bz}$. Aus dieser Formel geht hervor, daß t in keiner endlichen Zeit gleich Null werden kann, daß also die letzten Temperaturausgleiche unendlich langsam erfolgen. Ferner erkennt man aber aus der angegebenen Reihe, daß der größere Teil eines solchen Ausgleiches in verhältnismäßig kurzer Zeit erfolgt und nur die letzten, bald unter die Schwelle des Meßbaren herabsinkenden Anteile jene Unendlichkeit erfordern.

Dies ist nun auch der Typus alles einfachen Geschehens. Wird irgendein Intensitätsunterschied oder eine treibende Ursache betätigt, so erfolgt im allgemeinen die schnellste Wirkung zuerst, und die Geschwindigkeit des Vorganges wird um so geringer, je länger dieser gedauert hat. Voraussetzung hierfür ist allerdings, daß die treibende Ursache auf einmal und plötzlich betätigt wird. So wirkt beispielsweise eine unerwartete Todesnachricht zuerst mit größter Stärke auf uns, und ihr Einfluß wird um so geringer, je mehr Zeit darüber verfließt. Und zwar erfolgt die Abnahme in der Wirkung zunächst schnell, später langsamer, um schließlich unmerklich in unser regelmäßiges Bewußtsein überzugehen. Ebenso rufen plötzlich sich öffnende wirtschaftliche Möglichkeiten (Gold- oder Diamantenfunde) zunächst die allerstärkste Wirkung hervor, die sich in gleicher Weise allmählich dem normalen Zustande nähert. Man tut gut, sich diesen Typus einzuprägen, denn jedesmal, wo man irgendeinen Ablauf eines Vorganges antrifft, welcher diesem Typus nicht entspricht, darf man mit Sicherheit schließen, daß die hier gemachten einfachen Voraussetzungen nicht erfüllt sind. Entweder ist der Intensitätsunterschied nicht plötzlich zur Wirkung gelangt, oder die Umgebung ist nicht konstant, oder das Gebilde selbst erleidet andere Änderungen neben dem ins Auge gefaßten Ausgleich, oder endlich es finden mehrere dieser Umstände gleichzeitig statt.

22. Fouriers Theorie. Von dieser unbeschränkten Ausdehnung des Grundgesetzes alles normalen Ausgleiches war Newton allerdings sehr weit entfernt, denn er hat es auf den Temperaturausgleich beschränkt. Dasselbe muß von den Forschern gesagt werden, welche sich später der genaueren Ausarbeitung dieses Grundgesetzes widmeten. Unter diesen steht bei weitem am höchsten der französische Mathematiker Fourier, dessen „Théorie analytique de la chaleur" (1822) die mathematische Grundlage für alle Vorgänge enthält, die mit der Zerstreuung der Energie verbunden sind. Fourier hatte bereits eine Vorstellung von der allgemeinen Beschaffenheit seiner Untersuchungen, denn er bemerkt: „So dient beispielsweise derselbe Ausdruck, mit dessen Eigenschaften sich die Mathematiker in ganz abstrakter Weise beschäftigt haben, und der nach ihnen der allgemeinen Analysis angehört, zur Darstellung der Bewegung des Lichtes durch die Luft, zur Bestimmung der Gesetze, nach welchen die Wärme durch die festen Körper diffundiert und zur Behandlung aller Hauptfragen der Wahrscheinlichkeitsrechnung." Heute könnte er hinzufügen, daß auch die Leitung der Elektrizität und der Vorgang der Diffussion in Flüssigkeiten sowie die Schwingungen des Schalles gleichfalls von derselben Formel dargestellt werden, denn sie gibt eben die allgemeine Theorie des Ausgleiches wieder.

Von großer Bedeutung ist die Untersuchung, welche Fourier über die Frage des Temperaturgleichgewichts anstellt. Die Erfahrung lehrt, daß wenn einmal ein solcher Zustand erreicht ist, in welchem die Temperatur eines abgeschlossenen Raumes sich nirgendwo mehr ändert, alsdann auch keinerlei räumliche Umstellung in diesem Raume einen Einfluß auf die Temperatur mehr ausüben kann. Ist also das Temperaturgleichgewicht auf eine Weise erreicht, so besteht es für alle möglichen anderen Anordnungen gleichfalls. Bringt man insbesondere ein Thermometer mit allen Gegenständen, die einen solchen Raum erfüllen, in irgend beliebiger Weise in Berührung, so zeigt es immer genau den gleichen Stand, d. h. dieselbe Temperatur an.

So „selbstverständlich" diese wohlbekannten Erfahrungen aus-

sehen, so wichtig sind die Schlüsse, die man aus ihnen bei genauerer Untersuchung ziehen kann. Der Hauptpunkt sei schon jetzt hervorgehoben: er besagt, daß wenn einmal in einem solchen Gebilde das Gleichgewicht erreicht ist, es auch für immer erreicht ist und daß von nun ab keine innere Ursache mehr diesen Zustand zu ändern vermag. Einmalige Ruhe bedeutet hiernach nichts weniger als ewige Ruhe. Und was für die Ruhe bezüglich der Wärme gilt, gilt auch für die Ruhe bezüglich irgendeiner anderen Energie. Wir werden die gleichen Gedanken bald auf einem ganz anderen Wege wiederfinden.

Dieser andere Weg wurde um dieselbe Zeit von Fouriers Landsmann Sadi Carnot beschritten. Beide wußten anscheinend nicht voneinander und haben jedenfalls ganz unabhängig gearbeitet. Zwar war bei beiden die Wärme der Gegenstand der Forschung, aber die Erscheinungsgebiete dieser Energieart, welche beide untersuchten, waren sehr verschieden, ebenso verschieden wie ihre persönlichen Schicksale.

Fourier war 1768 in Auxerre als Sohn eines Schneiders geboren. Er verlor frühzeitig seinen Vater und wurde auf das Fürwort einer Wohltäterin von dem Bischof von Auxerre in eine Militärschule aufgenommen, die dort von den Benediktinern geleitet wurde. Als er hier, im dreizehnten Lebensjahre, mit der Mathematik bekannt wurde, erfaßte ihn eine so heftige Leidenschaft für diese Wissenschaft, daß er die bereits mit großem Erfolg begonnene literarische Laufbahn (er hatte mehrere Predigten geschrieben, die von höheren Geistlichen vorgetragen worden waren) sofort aufgab, und sich ausschließlich dem neuen Studium widmete, in welchem er außerordentlich schnelle Fortschritte bis zur baldigen Selbständigkeit machte. Da sein Wunsch, bei der Artillerie einzutreten, wegen seiner Armut abgeschlagen wurde, wollte er Benediktiner werden. Während seines Noviziats brach indessen die Revolution aus, an der sich Fourier alsbald leidenschaftlich beteiligte. Gleichzeitig setzte er seine mathematischen Arbeiten fort und legte mit 21 Jahren der Pariser Akademie eine klassisch gewordene Abhandlung über die numerische Auflösung

von Gleichungen beliebigen Grades vor. Er wurde bald als Zögling in die Normalschule geschickt, welche dazu bestimmt war, Lehrer für den allgemeinen Unterricht der Nation auszubilden, und zeichnete sich dort so aus, daß er alsbald zum Hilfslehrer an der Anstalt selbst ernannt wurde. Bei der bald erfolgenden Gründung der polytechnischen Schule wurde er als Professor an diese übernommen und unterrichtete mit ausgezeichnetstem Erfolge. Dennoch verließ er diese Stellung, um mit Napoleon nach Ägypten zu gehen, wo er alsbald nicht nur die Organisation des „Instituts", sondern auch eine große Menge wichtiger administrativer und politischer Aufgaben zu übernehmen hatte. Mit den letzten Resten der ägyptischen Armee zurückgekehrt, organisierte er alsbald das berühmte Gesamtwerk über Ägypten, dessen Einleitung er schrieb; wie sie gedruckt vorliegt, enthält sie allerdings sehr starke Korrekturen von der Hand Napoleons. Alsdann übernahm er die Verwaltung des Isère-Departements, wo er alsbald wichtige und schwierige Entwässerungen ausführte, während er gleichzeitig die Hauptarbeit an seinem späteren Hauptwerke, der Theorie der Wärme ausführte. Durch die Vertreibung Napoleons, seine Rückkehr und schließliche Gefangennahme, wurde er in mancherlei politische Schwierigkeiten verwickelt, die indessen sich schließlich begleichen ließen, so daß er zum Mitgliede der Pariser Akademie der Wissenschaften vorgeschlagen wurde. Das erstemal wurde er nicht bestätigt, wohl aber das zweitemal. Innerhalb der Akademie stieg er bald zu der höchsten Würde des beständigen Sekretärs auf. Er starb 1830, im Besitz aller Ehren und Auszeichnungen, die einem Vertreter der Wissenschaft nur irgendwie zukommen können.

23. Sadi Carnot. Durchaus im Gegensatz zu diesem mannigfaltigen und stürmischen Leben steht das von Sadi Carnot. Er war der Sohn des berühmten und ausgezeichneten Generals und Ministers L. M. N. Carnot, der nach dem Sturze Napoleons in die Verbannung gehen mußte und nach Deutschland übersiedelte. Hieraus ergaben sich auch für seinen Sohn Sadi mehrfache Beziehungen zu Deutschland, wenn er auch seinen Unterricht in

Paris empfing. Er machte die polytechnische Schule durch und widmete sich der militärischen Laufbahn, die er indessen im Interesse seiner wissenschaftlichen Studien bald verließ. Das Produkt derselben ist eine kleine Schrift „über die bewegende Kraft des Feuers“ 1824,[1]) die er im 28. Lebensjahre veröffentlicht hat. Im Jahre 1832 starb er, nur 36 Jahre alt, ohne ein weiteres Werk hervorgebracht zu haben. Während Fouriers Arbeiten alsbald ausgiebige Anerkennung gefunden hatten, geriet die von S. Carnot in vollkommene Vergessenheit, nachdem sie auch bei ihrem Erscheinen keinerlei Aufmerksamkeit erweckt hatte. Erst ein Menschenalter später wurde sie wieder entdeckt, als die Forschung bereits, unabhängig von dieser Arbeit, auf die gleichen Fragen und Antworten gelangt war.

Sadi Carnot hatte die Anregung zu seinen Forschungen aus der Entwicklung der Dampfmaschine empfangen, welche damals eben in England begonnen hatte, zunächst zu dem sehr beschränkten Zwecke, das eindringende Wasser aus den Kohlenminen auszupumpen, zu dessen Bewältigung die bisherigen mit Pferden betriebenen Pumpwerke nicht mehr ausreichten. Von diesen Maschinen wurden Arbeiten geleistet, die erheblich über das Größte hinausgingen, was bis dahin ausführbar erschienen war, und zwar durch die Wirkung des Feuers. So entstand die Frage, wieso das Feuer solche Wirkung hervorbringen kann. Und zwar begnügte sich Carnot nicht damit, die Wirkungsweise der arbeitenden Dampfmaschine im einzelnen zu verfolgen, um etwa aus den thermischen Eigenschaften des Wasserdampfes den Effekt abzuleiten, sondern er stellte sich in voller begrifflicher Allgemeinheit die Frage: wie kann Feuer so große Dinge tun?

Als Antwort fand er den Grundsatz, daß die Wärme nur unter der Voraussetzung Arbeit leisten kann, daß Temperaturverschiedenheiten bestehen. Man sieht dies ein, sobald es gesagt ist. Denn Gleichheit der Temperatur bedeutet

---

[1]) Deutsch in Ostwalds Klassikern der exakten Wissenschaften, Heft 37. Leipzig, W. Engelmann.

ja, daß in dem betreffenden Gebilde thermisch nichts geschieht und nie etwas geschehen wird. Aber einen derartigen ebenso einfachen wie allgemeinen Gedanken überhaupt nur zu fassen, ist eine geistige Leistung von außerordentlicher Höhe. Jeder, der sich einmal mit Aufgaben solchen Charakters hat beschäftigen dürfen oder müssen, kennt die ungeheuren Schwierigkeiten, aus dem verwickelten Komplex von Erscheinungen, der sich auf dem Gebiete zunächst darbietet, diejenigen Elemente ausfindig zu machen, von denen ohne Schaden an der Hauptsache abgesehen oder abstrahiert werden darf, und diejenigen Elemente zu erkennen und zu reinigen, die man festhalten muß, um zum Kern vorzudringen. Denn anfänglich zeigen sich beide scheinbar gleichwertig nebeneinander und zahllose vergebliche Denkversuche müssen durchgeführt werden, um den Unterschied zu erkennen und zu betätigen. Je nach dem Charakter des Forschers wird dieser die Zwischenstufen an die Öffentlichkeit bringen, oder er wird für sich in der Stille solange arbeiten, bis er alles getan hat, was seine Kraft zu tun gestattet. Carnot gehört dem zweiten Typus an und hat seinen großen Gedanken erst der Welt vorgelegt, nachdem er ihn in voller Reinheit und Klarheit herausgearbeitet hatte. Hierdurch hatte er ihn so weit von dem durchschnittlichen Denken der Zeitgenossen entfernt, daß diese ihn überhaupt nicht zu verstehen vermochten. Hätte er die Stufen seiner Erkenntnis einzeln mitgeteilt, so hätte er wahrscheinlich die Arbeitsgenossen seiner Zeit in seine Denkrichtung ziehen können.

Carnot begnügte sich nicht mit der eben mitgeteilten allgemeinen Einsicht, sondern setzte alsbald ins Klare, daß ein Temperaturunterschied keineswegs immer notwendig zu einer Arbeitsleistung führen muß. Gerade der von Fourier gleichzeitig bearbeitete Fall der Wärmeleitung, der ja einen Temperaturunterschied voraussetzt, verläuft ohne Arbeitsleistung. Es mußte daher gerade ein entgegengesetztes Phänomen aufgesucht werden, das die arbeitslose Wärmeleitung ausschließt, wenn man den reinen Fall der Arbeitsleistung der Wärme vor Augen haben wollte. Carnot fand ihn in den Temperaturänderungen, welche die Gase

und Dämpfe (und allgemein alle Körper) erfahren, wenn sie unter Arbeitsleistung ihr Volum vergrößern. Er lernte demgemäß die Bedingungen kennen, die in einer idealen Maschine erfüllt sein müssen, damit die Wärme, die ihre Temperatur um einen gewissen Betrag erniedrigt, das Maximum an Arbeit leisten kann und bewies durch eine genial einfache und durchschlagende Überlegung, daß diese Leistung der idealen Maschine von den besonderen Materialien und Ausführungsformen, unter denen die Benutzung der Wärme zur Arbeit erfolgt, ganz unabhängig ist. Es leisten mit anderen Worten alle idealen Maschinen die gleiche Arbeit, wenn sie gleiche Wärmemengen über gleiche Temperaturgefälle geliefert bekommen, und diese Arbeit ist einerseits proportional der betätigten Wärmemenge, andererseits dem verfügbaren Temperaturunterschiede[1]).

24. Zusammenfassung. Der aufmerksame Leser wird die Ähnlichkeit nicht verkennen, welche hier das Wärmeproblem in seiner Entwicklung mit dem Problem des freien Falles zeigt. Aristoteles und Fourier behandeln den einen Grenzfall, wo die Energie sich rein zwecklos freiwillig transformiert, ohne daß der Weg der Umwandlung auf irgendwelche bestimmten Erfolge hin geleitet wird; Galilei und Carnot behandeln den anderen Grenzfall, in welchem es sich um die Transformation zu einem ganz bestimmten Zwecke oder in einem ganz einheitlichen Sinne handelt. Beide Seiten müssen bekannt sein, damit man das Gesamtphänomen wissenschaftlich überschauen kann, denn beide Seiten sind nebeneinander und gleichzeitig in jedem wirklichen Vorgange vertreten, der gerade durch das Verhältnis der tatsächlich erzielten Energieausnutzung zu dem idealen Grenzfalle in seinem Werte für menschliche Zwecke gekennzeichnet ist. In beiden Fällen endlich ist der zweite Fall, die reine oder ideale Zwecktransformation, bei weitem der schwierigere, dessen Gesetze nur durch ein überaus kräftiges und wirksames Abstraktionsverfahren gewonnen werden können.

[1]) Eine allgemeinverständliche Darstellung dieser Verhältnisse findet sich in meinem Büchlein: Die Energie. Leipzig, J. A. Barth 1908. 2. Aufl. 1912.

Die Anwendung der neu gewonnenen Einsicht auf unser allgemeines Problem findet sich bei Carnot nicht angedeutet. Hierzu fehlte noch ein ganz wesentliches Stück, nämlich die Begriffsbildung, welche alle Arten der Wirksamkeit zu einer Einheit zusammenfaßt. Diese Vorstellung findet sich in allgemeiner Weise schon sehr früh ausgesprochen. Beispielsweise ist bei Goethe die Einheit der Natur ein Grundsatz, der immer wiederholt wird. Aber über das Postulat, daß die Natur eine Einheit bilden müsse, war man noch nicht bis zu der Einsicht vorgedrungen, in welchem Begriffe diese Einheit sich darstellt. Hierzu genügten nicht allgemeine Betrachtungen, sondern es war dazu ein realer Fortschritt in der Kenntnis tatsächlicher und meßbarer Beziehungen erforderlich, der erst etwa ein Menschenalter nach den hier besprochenen Forschungen erreicht wurde.

Fünftes Kapitel.

Das Gesetz von der Erhaltung der Energie.

25. Die reale Welt. Das Weltgeschehen besteht aus einem Chaos stets anderer und neuer Ereignisse; der Menschengeist kann vermöge der Erinnerung aber nur solche Geschehnisse aufeinander beziehen, welche gleich sind. Das ist der Widerspruch, dessen stufenweise Überwindung Wissenschaft heißt. Der Weg zur Überwindung findet sich in der Tatsache, daß wenn auch die Ereignisse alle voneinander verschieden sind, sie doch mancherlei Bestandteile enthalten, welche sich als übereinstimmend erweisen. Solche Bestandteile sondern sich aus dem Chaos durch die spezifische Tätigkeit der Erinnerung automatisch aus, da sie allein von der Erinnerung festgehalten werden können. Sie heißen Begriffe, und so erscheint die Begriffsbildung als notwendige Folge der physiologischen Organisation unseres Zentralnervenapparates.

Gleichzeitig entsteht die naturgemäße Ansicht, daß diese Anteile, die wir in unseren Erlebnissen beständig wiederfinden,

nicht etwa jedesmal in übereinstimmender Weise neu erzeugt werden, sondern daß sie inzwischen unabhängig von unserem Bewußtsein oder unserer Erfahrung weiter bestanden und nur jedesmal wieder von neuem mit unseren Sinnesapparaten in Beziehung getreten waren. Wir haben uns an diese Auffassung derart gewöhnt, daß die andere Ansicht (daß z. B. der Leser das vorliegende Buch zum Verschwinden bringt, wenn er die Augen schließt, und es in dem Augenblicke wieder neu erzeugt, in welchem er die Augen öffnet und sie auf die Stelle richtet, wo früher das Buch gewesen war) uns durchaus absurd erscheint und deshalb nur in den Köpfen einiger Philosophen eine (übrigens nicht ganz sichere) Existenz führt. Der Grund hierfür ist, um gleich bei dem angegebenen Beispiele zu bleiben, daß wir uns für den Inhalt des von uns gelesenen Buches keineswegs schöpferisch verantwortlich fühlen. Ist es ungewöhnlich gut und gescheit, so sagen wir uns, daß wir derartiges aus eigenem nicht hätten hervorbringen können; ist es dumm, oder scheint es uns so, so lehnen wir mit noch größerer Bestimmtheit irgendwelche subjektive Verantwortlichkeit dafür ab. Jedenfalls finden wir unser geistiges Auskommen nur auf Grund der Annahme von der von uns unabhängigen Entstehung und Existenz des Buches.

So kommen wir zu der Annahme einer von uns unabhängig existierenden oder objektiven Außenwelt, in die wir jenen großen Teil unserer Erlebnisse verlegen, die von uns in der eben beschriebenen Weise unabhängig sind. In dieser Außenwelt finden wir einen Teil immer wieder, während der andere Teil wechselt; beide führen zu Begriffsbildungen. Die Begriffe der ersten Art betonen die Übereinstimmung der Beschaffenheit jener Einzelerlebnisse und haben Objekte, Körper u. dgl. zum Gegenstande. Die der zweiten Art betonen übereinstimmende Verhältnisse oder Vorgänge zwischen jenen Objekten und kennzeichnen die verschiedenen Arten des Geschehens. Die Sprache pflegt die ersten Begriffe durch die Hauptwörter, die zweiten durch Zeitwörter auszudrücken, doch hat die unlogische Willkür, mit welcher wir das sprachliche Material zu handhaben gewöhnt sind, eine weitgehende

Vermischung beider Gruppen in den entsprechenden Sprachformen zur Folge gehabt.

26. Der Substanzbegriff. Auch an den Objekten konstatieren wir bei genauerer Untersuchung nur eine begrenzte Unveränderlichkeit, mit der Besonderheit, daß gewisse Seiten an ihnen sich schnell und oft ändern, andere langsam und selten. So wird wiederum durch die Wirkung des Gedächtnisses, welches die zweiten Charaktere besonders festhält, eine Stufenleiter der Objektivität oder Unveränderlichkeit gebildet und es entsteht der Grenz- oder Idealbegriff eines vollkommen unveränderlichen Dinges, das den einzelnen, nur teilweise unveränderlichen Objekten zugrunde liegt. Die Aufsuchung solcher konstanter Grundobjekte oder „Substanzen" kennzeichnet bereits die ersten Schritte der wissenschaftlichen Naturerkenntnis, denn sie war die Hauptaufgabe der griechischen Naturphilosophen seit Thales, d. h. des Beginnes der westeuropäischen Philosophie überhaupt. Nachdem später die unbegrenzt schweifende Naturphilosophie durch die exakte Forschung abgelöst worden war, gelang es denn auch, tatsächlich solche konstant bleibende Anteile großer Erscheinungsgruppen zu entdecken. Ein Beispiel hierfür bilden die Elemente der Chemie.

In der Physik hatten sich Masse und relatives Gewicht als solche unveränderliche Größen herausgestellt und auf die mit diesen Eigenschaften behafteten Objekte den Begriff der Materie konzentriert, der indessen früher viel allgemeiner gefaßt gewesen war, da man ohne Zögern auch von elektrischer oder Wärmematerie zu sprechen pflegte, deren Gewichtslosigkeit und Massefreiheit schon früh erkannt worden waren. Hierdurch war in die Physik eine schiefe und unklare Auffassung gekommen, die sich u. a. in der bekannten Kontroverse äußerte, ob die Wärme eine Materie oder eine Bewegung sei.

27. Mayer, Joule und Helmholtz. Ausdrücklich in der Absicht, innerhalb der Physik einen Begriff zu ermitteln, der sich in seiner erhaltungsmäßigen Beschaffenheit dem Elementenbegriff der Chemie an die Seite setzen ließ, hat der deutsche Arzt Julius

Robert Mayer die damalige Wissenschaft durchforscht und nach mancherlei Mißgriffen, zu denen ihn seine ungenügende physikalische Bildung verführt hatte, im Jahre 1842 auch den gesuchten Begriff gefunden. Er nannte ihn Kraft und definierte die Kräfte als „unzerstörliche, wandelbare, imponderable Objekte". Indessen war bereits damals der Name Kraft in der theoretischen Mechanik einem genau definierten anderen Begriff zugeordnet, und so wurde der von Mayer gemeinte und genau präzisierte Begriff, trotzdem ihn einige Jahre später auch der damals erst am Anfange seiner glänzenden Laufbahn stehende Hermann Helmholtz gleichfalls Kraft genannt hatte, später mit einem anderen Namen versehen, der seitdem beibehalten worden ist. Er heißt gegenwärtig allgemein Energie.

Vor Mayer war bereits in der Mechanik ein Gesetz von der Erhaltung der Arbeit und ein anderes von der Erhaltung der lebendigen Kraft bekannt gewesen, die jeweils unter bestimmten Voraussetzungen bestanden; auch die Erhaltung gewisser Summengrößen (Potential plus lebendige Kraft) hatte sich herausgestellt. Indessen galten diese Gesetze immer nur unter beschränkenden Voraussetzungen und für ideale Fälle; bei allen wirklichen irdischen Vorgängen mußte man den Verbrauch der Arbeit und lebendigen Kraft konstatieren, der zudem nicht selbst gesetzmäßig zu fassen war, sondern ganz und gar von dem Zustande der Maschine sich abhängig erwies. Nur die himmlischen Maschinen des Planetensystems waren von solchen Reibungen und Arbeitsverlusten nachweisbar frei.

Hier brachte nun Mayer den erlösenden Gedanken hinein, indem er die Wärme, welche sich regelmäßig bei unvollkommenen Maschinen als Folge der Reibung einstellte, als das Umwandlungsprodukt der verschwundenen Arbeit auffassen lehrte. Die Gleichung: verschwundene Arbeit = entstandene Wärme, die uns heute so selbstverständlich erscheint, wirkte auf jene Zeit indessen so ganz und gar undenkbar, daß Mayer sich seitens der damaligen Fachleute Zurückweisungen aller Art, von der wohlwollend-professoralen Herablassung bis zur groben Verhöhnung

gefallen lassen mußte, soweit man überhaupt von seinen Gedanken Notiz nahm.

Ähnlich ging es zunächst auch Robert Joule, dem unabhängigen englischen Entdecker der Beziehung zwischen Wärme und Arbeit, dessen erste Veröffentlichung nur ein Jahr später erfolgte und der die verbrauchte Arbeit wie die entstandene Wärme unmittelbar gemessen hatte. Seine ersten Ergebnisse waren allerdings noch ziemlich ungenau, aber er hat in unablässiger Arbeit seine Methoden derart verfeinert, daß er hernach sehr exakte Messungen dieser Beziehung beibrachte. Mayer seinerseits hatte den Zahlenfaktor jener Gleichung durch eine höchst sinnreiche Rechnung auf dem einzigen Wege berechnet, der damals ohne neue Experimente (die er nicht anzustellen in der Lage war) zu dem gesuchten Ergebnis führen konnte, fand aber auch für diese noch weniger Verständnis, wie für den allgemeinen Gedanken.

Der dritte in dieser Gruppe war endlich Hermann Helmholtz, der den allgemeinen Gedanken bereits vorgefunden hatte, ihn aber als erster durch das ganze Gebiet der damaligen Physik zur Anwendung brachte und in einer grundlegenden Abhandlung „Über die Erhaltung der Kraft“ (wie man sieht, hatte er Mayers Terminologie angenommen) die zahlreichen und wichtigen Konsequenzen darlegte, die man überall aus der Anwendung des allgemeinen Erhaltungsgesetzes ziehen konnte. Auch diese Abhandlung wurde von der Redaktion der führenden Zeitschrift abgelehnt und mußte als Sonderheft gedruckt werden.

Während aber Mayer von der Substanzidee für die Energie ausgegangen war, blieben Joule und Helmholtz in der damals üblichen Mechanistik stehen, indem sie alle Energien als im Grunde mechanische ansahen und daher das in der Mechanik bereits bekannte Erhaltungsgesetz als für alle physikalischen Erscheinungen mit Einschluß der chemischen gültig betrachteten. Der grundsätzliche Gegensatz zwischen der umkehrbaren klassischen Mechanik und den nicht umkehrbaren irdischen Erscheinungen in allen Gebieten der Physik kam damals niemandem zum Bewußtsein und hat in den Erörterungen über die allgemeinen

Energiefragen überhaupt keine Rolle gespielt. Es handelte sich zunächst um viel näherliegende Aufgaben.

28. Anfänge der Energetik. Schon Mayer hatte nämlich (in seiner Hauptschrift von 1845) dargelegt, daß jene Beziehung zwischen mechanischer Arbeit und Wärme nur ein einzelner Fall aus einer großen Anzahl ähnlicher Beziehungen ist, durch welche alle verschiedenen „Kräfte", d. h. Energien der Natur, miteinander verbunden sind. Jede Energieart (außer mechanischer Arbeit, lebendiger Kraft und Wärme hat er noch Licht, elektrische und magnetische sowie chemische Energie in Betracht gezogen) kann sich in bestimmtem Verhältnis in jede andere umwandeln, und alle Verhältnisse stehen in solcher Beziehung, daß man stets die gleiche Menge Energie (bei vollständiger Umwandlung) erhält, gleichgültig, ob man die Umwandlung unmittelbar oder über beliebig viele Zwischenstufen vornimmt. Nennt man demgemäß solche Mengen verschiedener Energien gleich, die sich ineinander umwandeln, so bleibt die Gesamtmenge aller Energien in einem abgeschlossenen Gebilde immer dieselbe, wie sich auch die einzelnen Energien ineinander umwandeln mögen.

Mayer erkannte bereits, daß die gesamte Physik einschließlich der Chemie eine Neubearbeitung von dem hiermit gewonnenen allgemeinen Standpunkte aus erforderte, erklärte aber, daß diese Aufgabe seine Kräfte übersteige. Helmholtz dagegen hatte in seiner Schrift, die 1847 erschien, ebendieses Programm in mustergültiger Weise durchgeführt und dadurch die Richtlinien für einen großen Teil der späteren Entwicklung der Physik und Chemie gezeichnet. Allerdings stehen diese Betrachtungen noch ganz ausschließlich auf dem Standpunkte des Erhaltungsgesetzes oder des ersten Hauptsatzes der Energetik und entbehren der weiteren Bestimmungen, welche durch den zweiten Hauptsatz in die Probleme hineingebracht werden. Dadurch ist die eine und andere Auffassung ergänzungsbedürftig geworden, wie denn Helmholtz mit einer höchst bemerkenswerten wissenschaftlichen Reife in dieser Jugendarbeit stets die Voraussetzungen genau bezeichnet hat, unter denen seine Schlüsse Geltung haben.

Vorläufig war hiervon allerdings noch ganz und gar nicht die Rede, da es einer geraumen Zeit bedurfte, um den wissenschaftlichen Zeitgenossen überhaupt den verhältnismäßig einfachen Gedanken von der Energieerhaltung geläufig zu machen. Es ist hier nicht der Ort, die mannigfaltigen Schwierigkeiten zu schildern[1]), mit denen der Energiebegriff zu kämpfen hatte, bis er seinen Einzug in die Wissenschaft halten konnte. Gemäß dem allgemeinen psychologischen Gesetz, daß man bei solchen neuen Gedanken stets instinktiv so verfährt, daß man an dem Vorhandenen möglichst wenig ändert, wenn auch dadurch der neue Gedanke überflüssiger- ja schädlicherweise eingeschränkt und mit unzweckmäßigen Anhängseln behaftet wird, die aus den früheren Denkformen stammen, wurde auch der Energiebegriff nicht gleich in seiner Reinheit und Einfachheit aufgenommen, sondern behaftet mit dem rudimentären Organ der Mechanistik. Es gab hier zunächst soviel innerhalb der Gebiete zu tun, in denen eine Entscheidung dieser Frage noch nicht erforderlich war, so daß man sich gut mit dieser vorläufigen engen und schiefen Fassung begnügen konnte, ohne zunächst allzu sehr beeinträchtigt zu werden.

Derartige Geschehnisse erinnern unwiderstehlich an die bekannte Anekdote von dem Manne, der seinem Hunde den Schwanz abschneiden wollte, und aus Mitleid, damit es ihm nicht gar so sehr wehe tun sollte, nur ein Stückchen von Zeit zu Zeit abnahm. Die Menschheit verlangt unbedingt, daß der Schwanz (oder der Zopf) stückchenweise abgeschnitten wird, und hat sich, seit man sie kennt, der einmaligen Radikaloperation auf das unbedingteste widersetzt. Auch ist das kein phantastischer Eigensinn, sondern eine unvermeidliche psychologische Notwendigkeit, und das Verkennen dieses naturgesetzlichen Erfordernisses hat unbegrenzt viel Enttäuschung und Elend über wohldenkende und richtig strebende Reformatoren gebracht, die es bezüglich des Tempos mit ihren Fortschritten versahen und dieses zu schnell nahmen. Die Ursache liegt darin, daß kein Organismus sich neuen Verhältnissen

[1]) Dies ist in dem oben erwähnten Werkchen „Die Energie“ geschehen.

sofort anzupassen vermag, sondern hierzu immer eine gewisse Zeit braucht. Der Mensch, der die entwicklungs- und daher veränderungsfähigste Spezies darstellt, die es überhaupt auf Erden gibt, ist demgemäß auch durch ein Mindestmaß von „biologischer Trägheit“ ausgezeichnet, und hat insbesondere in der neuesten Zeit bereits eine bedeutende Vermehrung seiner mentalen Anpassungsgeschwindigkeit gewonnen. Aber die mehrfach erwähnte Organisation unseres Zentralapparates, der überall mit Erinnerungen, d. h. Gewöhnungen an oft wiederholte Vorgänge arbeiten muß, bedingt mit Notwendigkeit ein gewisses Maß von biologischer Trägheit, und je neuer und originaler ein Gedanke ist, um so größer muß die Inkubationszeit sein, welche die übrige Menschheit für seine Aufnahme braucht.

Einen nicht unerheblichen Schritt auf diesem Wege bewirkte William Thomson (dem wir alsbald bei Gelegenheit des Dissipationsgesetzes wieder begegnen werden) durch die Aufstellung des Begriffes der Eigenenèrgie der Körper oder der physischen Gebilde im allgemeinen. Er erkannte, daß jede Änderung im Zustande oder in der Beschaffenheit eines Gebildes durch eine Veränderung der in ihm enthaltenen Energie bewirkt wird und durch Art und Betrag dieser Änderung gekennzeichnet ist. Da zu jeder umgekehrten Änderung eine Energieänderung im umgekehrten Sinne erforderlich ist, so ist jeder bestimmte Zustand dadurch gekennzeichnet, daß das Gebilde eine ganz bestimmte Menge bestimmter Energiearten enthält. Allerdings können wir niemals die absolute Menge dieser Energien wissen, weil wir niemals einen Körper energiefrei herstellen können, ja uns der Körper unter der Hand verschwindet, wenn wir ihm alle Energie entzogen denken. Wohl aber können wir eine exakte Messung aller aus- oder eintretenden Energien vornehmen und so die Unterschiede im Energiezustande des Körpers gegenüber irgendeinem willkürlich als Ausgangspunkt gewählten Normalzustande angeben.

29. Mechanistische Rückstände. Von hier bis zu dem Standpunkte der reinen Energetik ist nur ein kurzer Schritt, den allerdings keiner der Genannten getan hat und den William

Thomson ausdrücklich zu tun ablehnte, da er vielmehr die Durchführung der mechanistischen Auffassung aller physischen Erscheinungen als die stets festgehaltene Hauptaufgabe seines Lebens empfand. Allerdings hat er hierzu wenige Jahre vor seinem Tode erklärt, daß er sich nach mehr als einem halben Jahrhundert rastloser Arbeit von ihrer Lösung ferner als je sähe. Wenn man sich nämlich klar macht, daß von irgendeinem betrachteten Körper, dem man alle Energien entzogen denkt, die man an ihm beobachten kann, überhaupt nichts nachbleiben kann, so erkennt man leicht, woher jene Unmöglichkeit rührt, den absoluten Energiebetrag an einem vorgelegten Körper zu finden. Daß aber wirklich nichts nachbleibt, ergibt sich ohne möglichen Widerspruch aus der folgenden allgemeinen Tatsache. Alles, was wir von einem Körper oder irgend einem Gebilde der Außenwelt überhaupt wissen, beruht bekanntlich auf den Erfahrungen, die wir mittels unserer (unbewaffneten oder bewaffneten) Sinne machen. Nun werden unsere Sinne (wie jeder andere Apparat) überhaupt nur betätigt, falls zwischen ihnen und der Außenwelt irgendein Energieaustausch stattfindet, d. h. wenn Energie in ihre Endorgane eintritt oder von ihnen fortgeht. Somit erfahren wir das Dasein eines beliebigen Gebildes nur durch seine Energien, und denkt man diese fort, so bleibt nicht das geringste übrig, wodurch wir etwas über jenes Gebilde erfahren könnten. Die Annahme einer eigenschaftslosen „Materie", an der die verschiedenen Energien irgendwie „haften" sollen, hat somit gar keinen Sinn, sondern steht im Widerspruch mit den Grundtatsachen der Sinnesphysiologie. Daß sie zu einer Zeit gebildet worden ist, als man von der Sinnesphysiologie noch nichts wußte, und noch weniger von der Energie, ist geschichtlich vollkommen verständlich und auch gewissermaßen gerechtfertigt; nicht gerechtfertigt ist aber, daß man gegenwärtig, wo diese Begriffsbildung sich mit der Wissenschaft in Widerspruch gesetzt hat, noch bewußt an ihr festhält. Man kann vielleicht soweit gehen, daß man einem älteren Forscher, der erklärt, daß er sein Denken nicht mehr ohne allzu große Anstrengung auf diese neue Auffassung einstellen könne, den

Gebrauch der alten Vorstellung nicht übelnimmt, wo sie unschädlich ist; soweit aber kann man jedenfalls nicht gehen, daß man die veraltete Anschauung noch als zu Recht bestehend oder gar mit der energetischen konkurrierend ansieht.

Diesen rein energetischen Standpunkt hatte nicht einmal Mayer eingenommen, der von den genannten drei Begründern der Energielehre noch die unabhängigsten und daher radikalsten Anschauungen ausgebildet hatte. Er hatte vielmehr ausdrücklich die Energie der Materie an die Seite gestellt, als zwei Dinge, denen gleicherweise Wirklichkeit zukommt. In der späteren allgemeinen Entwicklung ging man wegen der bereits erörterten Notwendigkeit einer psychologischen Anpassungszeit noch hinter diesen Standpunkt zurück, indem man zunächst in der Energie nur eine mathematische Funktion sehen wollte, welche die besondere Eigenschaft besitzt, bei allen möglichen Vorgängen eine konstante Summe zu ergeben. Beachtet man den S. 19 geschilderten Prozeß der Begriffsbildung, so erkennt man alsbald, daß gerade diese Eigenschaft der Unveränderlichkeit, die ja zunächst gar nicht anders als rechnerisch zutage treten kann, sobald es sich um eine exakte Tatsache und nicht um einen unbestimmt-allgemeinen Gedanken handelt, die Grundeigenschaft einer jeden Substanz sein und bleiben muß. Der Umstand also, daß die Energie sich bei allen Vorgängen als Summe konstant erhält, gibt ihr das Recht, neben Masse und relativem Gewicht den Substanzcharakter zu beanspruchen. Der weitere Umstand, daß die Energie mit ihrem Erhaltungsgesetz sich bei allen Dingen und Vorgängen betätigt, was man von den anderen Substanzen, insbesondere Masse und Gewicht nicht sagen kann (denn die elektrischen und optischen Erscheinungen sind an keine nachweisbare Masse gebunden), zeigt, daß die Energie die allgemeine Substanz in diesem rein wissenschaftlichen Sinne ist. Hierbei ist durchaus nicht, wie gelegentlich irrtümlich behauptet wurde, von irgendwelcher Metaphysik die Rede, sondern es handelt sich um exakt definierte Begriffe, die sich bewußt und unbedingt innerhalb des Gebietes der Erfahrung halten und halten wollen.

30. Die reine Energetik. Die Energetik oder die wissenschaftliche Anschauung, derzufolge die Energie in dem eben definierten Sinne die allgemeinste Substanz ist, welche die Erfahrung uns bisher hat kennen lernen lassen (zunächst für das ganze Gebiet der Außenwelt), ist in dieser bestimmten Form erst in neuerer Zeit aufgestellt worden. In einem Vortrage, der 1897 auf der Naturforscherversammlung in Lübeck gehalten worden ist, habe ich die eben skizzierten Gedanken zuerst zusammenfassend dargelegt, und das Gefühl, daß es sich hier um eine fundamentale Wendung in der wissenschaftlichen Weltanschauung handelt, hat sich alsbald auf das bestimmteste geltend gemacht. Zunächst, wie natürlich, durch mehr oder weniger heftigen Widerspruch, der in erster Linie seitens der mathematischen Physiker erhoben wurde. Indessen handelte es sich hierbei, wie die retrospektive Betrachtung leicht erkennen läßt, nur um gewisse Sonderfragen, während das Grundsätzliche von jener Kritik nicht berührt wurde. Demgemäß sind gegenwärtig die wissenschaftlichen Physiker und Chemiker alle Energetiker, insofern sie die beiden Grundgesetze der Energetik als die Grundgesetze aller physischen Wissenschaften anerkennen und in wissenschaftlichen Nöten gegenüber neuen Tatsachen gegebenenfalls lieber jedes andere Gesetz preisgeben (und preisgegeben haben), als diese. So hat sich insbesondere in jüngster Zeit eine tiefgehende Erschütterung fast aller anderen Erhaltungsgesetze, d. h. aller anderen Substanzvorstellungen vollzogen: wir halten gegenwärtig ebenso eine Verletzung des Gesetzes von der Erhaltung der Elemente, wie des von der Erhaltung der Masse und der Bewegungsgröße für mehr oder weniger bewiesen und finden keine unüberwindlichen gedanklichen Schwierigkeiten in der Aufgabe, die hier vorhandenen Beziehungen in allgemeinerer und auch die neuen Erscheinungen umfassender Gestalt formulieren zu müssen. Gegenüber dem Gesetze von der Erhaltung der Energie finden wir aber solche Schwierigkeiten, und die modernen Forscher haben daher bisher auch bei den weitgehendsten Spekulationen sich bewußt im Rahmen dieses Gesetzes gehalten.

Gegenüber diesen Tatsachen kommt der Widerspruch der „Fachphilosophen", d. h. der amtlich angestellten Dilettanten auf naturwissenschaftlichem Gebiete nicht in Betracht. Er rührt meist daher, daß diese Autoren mehr oder weniger unbewußt noch in der alten Mechanistik stecken und die Unvereinbarkeit der Energetik mit dieser Anschauung für einen Beweis gegen die Energetik halten.

31. Energetik und Biologie. Aber die Ansprüche der Energetik gehen weiter. Sie erstrecken sich zunächst noch über das Gebiet der Lebenserscheinungen. Auch hier werden von den Fachkundigen diese Ansprüche nicht bestritten. Haben doch sowohl Mayer wie Helmholtz gerade an den Leistungen der Organismen den Grundgedanken der Energielehre erfaßt (Joule war von technisch-maschinellen Aufgaben dazu gekommen). Der Kampf gegen den Vitalismus in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurde von den Physiologen hauptsächlich mit der Waffe geführt, daß sich die „Lebenskraft" nicht unter das Gesetz von der Erhaltung der Energie bringen läßt. Und inzwischen ist durch vielfältige, zu immer größerer Genauigkeit gesteigerte Versuche die Gültigkeit des Erhaltungsgesetzes an Lebewesen verschiedener Art, bis zum mit geistigen Arbeiten beschäftigten Menschen hinauf, so unzweideutig bewiesen worden, daß man mit aller wissenschaftlicher Sicherheit den folgenden Satz aussprechen kann: Wenn auch noch bei weitem nicht alle Vorgänge, die im Inneren der Lebewesen stattfinden, physikalisch und chemisch aufgeklärt worden sind, so ist doch mit einer Genauigkeit von etwa 1:1000 bewiesen, daß alle diese bekannten und unbekannten Vorgänge sich im Rahmen des Gesetzes von der Erhaltung der Energie halten. Selbst wenn also, was nicht unwahrscheinlich ist, später einmal in den Organismen Energiearten nachgewiesen werden sollten, die wir zurzeit noch nicht kennen oder doch noch nicht als besondere Energiearten registriert haben, so wissen wir auf Grund jener Versuche bereits jetzt, daß sie sich bezüglich des Erhaltungsgesetzes nicht anders verhalten werden, als die bisher bekannten Energiearten.

Damit ist also auch das gesamte Gebiet der Biologie der Energetik einverleibt oder untergeordnet.

Es soll hier alsbald dem Mißverständnisse entgegengetreten werden, als beanspruche die Energetik, erschöpfend über alle Erscheinungen an den Lebewesen Auskunft erteilen zu können. Diesen Anspruch erhebt sie nicht einmal im Anorganischen, wo zahlreiche Spezialgesetze bekannt sind, die durchaus nicht als Konsequenzen der energetischen Gesetze aufgefaßt werden sollen oder dürfen, sondern die Eigenschaft haben, innerhalb des Rahmens dieser Gesetze solche Seiten der Erscheinungen zu bestimmen, die durch sie nicht erledigt werden. Daß z. B. der Kohlenstoff sich vierwertig verhält, ist sicherlich gegenwärtig weder aus dem ersten, noch aus dem zweiten Hauptsatze ableitbar und es läßt sich nicht absehen, wie eine solche Ableitung jemals möglich sein sollte. Ebenso gibt es zweifellos innerhalb der Biologie eine große Anzahl besonderer Gesetzmäßigkeiten, an welche die Energetik keine weiteren Ansprüche erhebt, als daß sie ihr nicht widersprechen sollen. Und ich glaube nicht, daß es zurzeit einen Biologen, selbst unter den vorgeschrittensten (oder rückschrittlichsten) Neovitalisten gibt, der sich bewußt über das Erhaltungsgesetz der Energie hinwegzusetzen bereit wäre. Unbewußte Verletzungen des Gesetzes im Denken dieser Forscher sind allerdings vorgekommen.

32. Energetik und Psychologie. Hat man sich dieses Verhältnis klar gemacht, so wird man sich eher bereit finden, auch die geistigen Erscheinungen als durch die Energiegesetze begrenzt und insofern bestimmt anzuerkennen. Hier sind noch viel mehr als bei den physiologischen Lebenserscheinungen die Einzelheiten der Vorgänge durch Gesetze bestimmt, die ganz und gar dem Sondergebiete dieser Phänomene angehören und Bestimmungen enthalten, die in dieser Mannigfaltigkeit durchaus nicht aus den summarischen Gesetzen der Energie ableitbar sind. Aber wiederum bewegen sich diese Gesetze stets nur innerhalb der Freiheiten, welche ihnen die Energiegesetze lassen, und auch hier ist uns nicht die kleinste Tatsache bekannt, welche eine Ver-

letzung dieser Gesetze durch geistige Vorgänge bewiese oder auch nur andeutete.

Es ist bereits dargelegt worden, daß die früheren Versuche, die geistigen Erscheinungen in den damals für allumfassend angesehenen Rahmen der mechanischen Vorgänge einzubeziehen, endgültig gescheitert ist, und daß die in verschiedenen Epochen wiederholten Versuche, diese unmögliche Aufgabe zu lösen, bei den ehrlichen Forschern immer nur zu einer klaren Erkenntnis ihrer Unmöglichkeit geführt haben. Die Erweiterung des Rahmens, welche der Ersatz der Mechanistik durch die Energetik gebracht hat, besitzt nun eben diese überaus wertvolle Eigenschaft, daß nunmehr die geistigen Vorgänge nicht mehr durch eine unüberbrückbare Kluft von allen anderen getrennt erscheinen.

Folgende physiologisch-psychischen Tatsachen sind allgemein bekannt und anerkannt. Es gibt keinen geistigen Vorgang, der nicht an Lebewesen erfolgte. Da diese nicht ohne Energieumwandlung existieren, so besteht auch kein geistiger Vorgang ohne Energieumwandlung. Geistige Arbeit wirkt erschöpfend, wie körperliche, wenn auch natürlich an anderen Organen. Durch Aufnahme von Nahrung, d. h. chemischer Energie, kann die infolge von Erschöpfung stagnierende geistige Leistung wieder hervorgerufen werden, ganz ebenso, wie die mechanische Leistung. Durch Zerstörung oder Untätigmachung bestimmter Organe, insbesondere gewisser Gehirnpartien, kann die geistige Leistung aufgehoben werden, ebenso, wie die mechanische Leistung durch Zerstörung oder Untätigmachung der entsprechenden Muskeln aufgehoben werden kann, ohne daß dabei das Leben des Gesamtorganismus zerstört oder unterbrochen wird. Durch Übung können die geistigen Organe ausgebildet und in ihren Leistungen gesteigert werden, ganz ebenso, wie Muskeln oder Nerven. Die geistigen Leistungen bei Menschen und Tieren gehen unzweideutig parallel mit der Ausbildung des Zentralorgans, sowohl der artgemäßen, wie der individuellen Ausbildung.

Bei der mechanischen Arbeitsleistung der Muskeln zweifeln wir keinen Augenblick, daß die mechanische Energie, welche

sie nach außen abgeben, ein Umwandlungsprodukt der chemischen Energie der Nahrung ist, denn wir beobachten, daß der arbeitende Muskel eines stärkeren Blutzuflusses bedarf, um arbeiten zu können, und daß er chemische Umwandlungsprodukte von geringerem Energiegehalt dabei bildet. Ebenso wissen wir, daß in noch schnellerer und auffallenderer Weise die geistige Tätigkeit von dem Blutzufluß zum Gehirn abhängig ist und daß dieses höchst präzise auf mangelnde Ernährung reagiert. So wird denn auch nicht in Zweifel gestellt, daß geistige Leistungen ohne entsprechende energetische Vorgänge, genauer gesagt ohne entsprechenden Energieverbrauch nicht möglich sind. Die Meinungen sind nur verschieden über das Verhältnis, in welchem diese beiden Gruppen von Erscheinungen zueinander stehen.

33. Denkschwierigkeiten der energetischen Psychologie. Wäre der schwere Denkfehler, daß zwischen körperlichen und geistigen Leistungen ein grundsätzlicher und unüberbrückbarer Gegensatz bestehe, nicht seit Platon, d. h. seit mehr als zwei Jahrtausenden wirksam gewesen und insbesondere durch die christliche Philosophie, die ihn von Platon übernahm, in viele Generationen immer wieder hineingearbeitet worden, so würde niemand sich auch nur einen Augenblick besinnen, beide Gruppen, die aus gleicher Quelle stammen und gleichen Bedingungen und allgemeinen Gesetzen unterliegen, auch als im wesentlichen gleich und nur in ihren spezifischen Äußerungsformen verschieden anzusehen, wie etwa auch die Betätigung mechanischer Arbeit durch die Muskeln und die Bildung von Enzymen durch die Drüsen spezifisch verschiedene Leistungen sind. Die Aufgabe der Wissenschaft ist dann, die vorhandenen Verschiedenheiten auf die Besonderheiten der Organe kausal und die Besonderheiten der Zwecke teleologisch zurückzuführen. Demgemäß weiß man auch, daß sowohl die aufnehmenden wie wirkenden Betätigungen des Zentralorgans auf der Aufnahme und Umwandlung einerseits, auf der Hervorrufung andererseits gewisser Vorgänge beruht, deren Sitz die Nerven sind, und deren Beschaffenheit bisher noch nicht genauer hat festgestellt

werden können, da die elektrische Hypothese der Nervenvorgänge auf mancherlei wesentliche Schwierigkeiten gestoßen ist. Gleichartige Vorgänge verlaufen in mannigfaltigster Weise innerhalb der Hirnrinde, und die entsprechenden Bahnen bilden sich im Kindergehirn parallel mit den zugehörigen geistigen Funkionen aus. Von den Vorgängen in diesen Bahnen kann man eines mit Sicherheit sagen, daß sie nämlich energetischer Natur sind, daß mit anderen Worten irgendeine Energieänderung längs der Nerven verläuft und in den Endorganen die spezifischen Betätigungen auslöst. Wir wissen ferner, daß dem Urphänomen des geistigen Lebens, der Erinnerung, physiologische, d. h. allgemein energetische Vorgänge entsprechen, denn ein vielgeübtes Organ hat eine ganz andere Beschaffenheit, als ein feierndes. Kurz, wir finden auch hier überall energetische Erscheinungen und können uns bis in die letzte Einzelheit davon überzeugen, daß nicht die kleinste geistige Regung ohne Energietransformation stattfindet. Somit ist der Schluß unabweisbar, daß auch die geistigen Vorgänge, insofern sie sich vermöge der Erinnerung untereinander verbinden und schließlich das bilden, was wir das Bewußtsein nennen, energetische Phänomene sind und daß wir insbesondere nirgend durch Erscheinungen von grundsätzlich anderer Art zu dem Schlusse veranlaßt werden, daß irgend etwas Nichtenergetisches oder Außerenergetisches sich an die Stelle der Energietransformationen setzt.

Dies alles pflegt von den Vertretern der älteren Ansichten, die noch nicht gelernt haben, mit der Leuchte der Energetik in diese Verhältnisse einzudringen, gleichfalls anerkannt zu werden; nur substituiert sich ihnen im letzten Augenblicke doch wieder die alte Mechanistik, und weil eine mechanische Theorie des Denkens unmöglich ist, behaupten sie, eine energetische Theorie des Denkens sei unmöglich. Und so bleiben sie bei dem alten Verlegenheitsausweg, den Leibniz erfunden hat, daß beide Gebiete, das des Geistes und das der „Materie“ einander so zugeordnet seien, daß sie sich zwar keineswegs gegenseitig beeinflussen können, daß sie aber beständig parallel verlaufen müßten. Sie sind hierbei

gegenwärtig noch in einer weit schlechteren Lage, als Leibniz. Entsprechend dem Denken seiner Zeit lag diesem außerordentlich viel daran, die Gottesvorstellung irgendwie untrennbar mit seiner philosophischen Gesamtanschauung zu verbinden, und so war ihm die Notwendigkeit einer ursprünglichen Aufeinanderbeziehung beider Welten sehr willkommen, um hier eine besondere und unvergleichbare Tätigkeit Gottes statuieren zu können. Er hat sich demgemäß immer wieder sehr viel darauf zugute getan, daß er durch seine Theorie der prästabilierten Harmonie einen Beweis für das Dasein Gottes gegeben hätte, der allen früheren Beweisen an Bündigkeiten weit überlegen sei. Die modernen Vertreter der prästabilierten Harmonie (welche sie den psychophysischen Parallelismus nennen) legen kein Gewicht mehr auf die Verwendbarkeit ihrer Ansicht zum Nachweis des Daseins Gottes und haben damit tatsächlich ein Hauptargument eingebüßt, das sonst zu ihren Gunsten sprechen würde.

Mir scheint, die bloße Möglichkeit, auch die geistigen Erscheinungen grundsätzlich der Gesamtheit alles Weltgeschehens zuordnen zu können, ist ein so wertvoller Fortschritt für die allgemein anerkannte Hauptaufgabe aller wissenschaftlichen Philosophie, den einheitlichen Zusammenhang der Gesamterfahrung herzustellen, daß man sie nur dann aufgeben dürfte, wenn zwingende Tatsachen an vielen Stellen die unbedingte Unausführbarkeit dieser Zuordnung erwiesen hätten. Denn daß vielleicht hie und da die Lösung eines besonderen Rätsels noch nicht gefunden ist, hindert keinen Physiker oder Chemiker, keinen Mathematiker und Biologen, in der Überzeugung von der trotzdem bestehenden Aussicht auf harmonische Einverleibung auch solcher Punkte seine Arbeit fortzusetzen. Wir haben es also bezüglich des psychophysischen Parallelismus mit einem „rudimentären Organ" zu tun, das den Philosophen von einer mehrtausendjährigen Denkgewohnheit her anhaftet, und werden uns erlauben, uns, denen dieser gefährliche Appendix glücklich aboperiert worden ist, als einen vorgeschritteneren Teil der denkenden Menschheit zu betrachten. Die künftigen Naturphilosophen werden mehr und

mehr ohne ihn zur Welt kommen und so glücklich sein, dieser Operation nicht mehr zu bedürfen.

Weiteres über die energetische Theorie der geistigen Erscheinungen wird am Schlusse dieses Werkes gesagt werden. Hier handelte es sich nur um den Nachweis, daß sie sich regelmäßig in die Gesamtheit der energetischen Begriffsbildung einordnen.

Sechstes Kapitel.

Die Dissipation der Energie.

34. William Thomson. Der Kopf, in welchem die früher geschilderten beiden Gedankenreihen der Franzosen Fourier und Carnot sich vereinigen sollten, war der eines Engländers (genauer eines in Irland geborenen Schotten) namens William Thomson. Selten hat man Gelegenheit, die Bestandteile, welche zu einem neuen, sehr viel weittragenderen Gedanken im Bewußtsein eines genialen Mannes zusammentreten, so genau zuerst in ihrem Einzelverlaufe und hernach in ihrer Wechselwirkung zu verfolgen, wie in diesem Falle.

William Thomson gehört zu den Forschern, die ich an anderer Stelle[1]) als Romantiker beschrieben habe. Von ganz außerordentlicher Frühreife — er besuchte mit zehn Jahren erfolgreich Universitätsvorlesungen — hat er sich durch ein langes Leben eine ungewöhnlich große Produktivität zu wahren gewußt, die er über alle Gebiete der mathematischen Physik erstreckte, um sie mit neuen, überaus fruchtbaren Gedanken zu fördern, deren Inhalt er allerdings meist nur in kurzen, abgerissenen und nur wenigen verständlichen Skizzen der Öffentlichkeit übergab. Er pflegte es anderen zu überlassen, die Ausarbeitung und Zugutemachung dieser Augenblickskinder zu übernehmen und so ist seine Wirksamkeit tatsächlich sehr viel reicher gewesen, als sich etwa

[1]) Große Männer. Leipzig, Akad. Verlagsgesellschaft. 4. Aufl. 1910.

aus der Überschau der von ihm verfaßten Abhandlungen und anderen Schriften zu ergeben scheint.

William Thomson wurde 1824 als Sohn eines Professors in Belfast geboren, der sich seinerseits als Bauernsohn durch Begabung und Fleiß zu dieser Stellung emporgearbeitet hatte. Von seinem Vater sorgfältig, aber mit großer Freiheit erzogen, zeigte er die eben erwähnte frühzeitige Entwicklung, vermöge deren er mit vierzehn Jahren bereits Fouriers „Theorie der Wärme" bewältigt hatte. Während einer Sommerreise, die der Vater mit der Familie unternahm und die durch einen Aufenthalt in Frankfurt a. M. unterbrochen wurde, damit die Kinder Deutsch lernten, machte William die erste wissenschaftliche Entdeckung. Ein englischer Mathematiker Kelland hatte eine Abhandlung drucken lassen, derzufolge Fouriers Resultate falsch sein sollten, da er einen mathematischen Fehler gemacht hätte. Kelland war seinerseits ein recht angesehener und geschickter Mathematiker, so daß seine Einwendungen durchaus ernst genommen wurden. Der junge William, der Fourier mit allem Enthusiasmus der Jugend vergötterte, entzog sich den Sprachstunden, um die Angelegenheit zu studieren, und überraschte dann seinen Vater mit einem neuen Beweis für die von Fourier benutzten wichtigen Theoreme und der entsprechenden Widerlegung Kellands. Der alte Thomson veranlaßte, nachdem er sich davon überzeugt hatte, daß der sechzehnjährige Junge recht hatte, die Veröffentlichung der Arbeit, die übrigens vor dem Drucke Kelland vorgelegt wurde und nach einer redaktionellen Änderung dessen Billigung fand.

Nach einem dreijährigen Studium in Cambridge und einem Praktikum in Regnaults Laboratorium in Paris wurde William Thomson mit 21 Jahren zum Professor der Physik in Glasgow, wo sein Vater Professor der Mathematik war, ernannt. Damit war das mit größter Geduld und Hingabe durchgeführte Lebenswerk seines Vaters erfüllt, der eine fast übermenschliche Freude an diesem durch Sorgfalt und Überlegung während vieler Jahre vorbereiteten Erfolg empfand; er starb auch bald darauf. William Thomson behielt diese Stellung über fünfzig Jahre lang bei,

ohne eine der mehrfach vorhandenen Gelegenheiten zu ihrer Änderung zu benutzen. Er starb 1908 im 84. Lebensjahre. Außer durch unzählige wissenschaftliche Arbeiten hat er durch seine entscheidende Teilnahme an der Legung des ersten und zweiten transatlantischen Kabels und die Konstruktion der für dessen Betrieb erforderlichen neuen Apparate (die auf einer überaus scharfsinnigen theoretischen Untersuchung der Eigenschaften dieses eigenartigen Leiters beruhten) sich als einer der ausgezeichnetsten Physiker aller Zeiten erwiesen. Auch der hier zu entwickelnde Gedanke der Dissipation der Energie ist von solcher ungewöhnlicher und einzigartiger Beschaffenheit.

35. Aufnahme des Carnotschen Gedankens. Wir haben gesehen, daß Thomson sich mit Fouriers Gedanken seit früher Jugend vertraut gemacht hat. Mit Carnots grundlegenden Ideen wurde er zunächst durch deren Wiedergabe in einer Abhandlung von Clapeyron bekannt, und er hat selbst in seiner lustig-anschaulichen Art die großen Schwierigkeiten geschildert, die ihm das Auftreiben eines Exemplars von Carnots Originalwerk bei den Pariser Antiquaren verursacht hat. Bemerkenswerterweise hatte Thomson die ungewöhnliche Fruchtbarkeit der Betrachtungsweise Carnots vollkommen erkannt zu einer Zeit, wo das Gesetz von der Erhaltung der Energie und insbesondere von der Entstehung der Arbeit aus Wärme noch nicht bekannt bzw. durchgedrungen war. Er benutzte die Definition einer vollkommenen Wärmemaschine, wie Carnot sie gegeben hatte, um eine absolute, von keinerlei speziellen Substanzeigenschaften abhängige Temperaturskala theoretisch aufzustellen und überzeugte sich hierdurch von dem Vorhandensein der künftigen Schätze, die hier zu heben waren.

Eine persönliche Bekanntschaft mit Joule brachte ihn in den Gedankenkreis dieses Forschers, dessen Mitentdeckung des Erhaltungsgesetzes wir bereits (S. 59) kennen gelernt haben. Bemerkenswerterweise brauchte Thomson lange Zeit, ehe er sich von der Richtigkeit jenes Gedankens überzeugen wollte oder konnte. Der Widerspruch gegen die (falsche) Voraussetzung Carnots,

daß in seiner Maschine keine Wärme verbraucht wird, sondern nur welche von höherer zu niederer Temperatur absinkt, war hier das Haupthindernis, und Thomson half sich vorläufig mit der Annahme, daß zwar die Erzeugung von Wärme aus Arbeit nachgewiesen sei, nicht aber umgekehrt die Erzeugung von Arbeit aus Wärme, d. h. unter Verschwinden eines proportionalen Anteils von dieser.

36. R. Clausius. Es ist wohl nicht unwahrscheinlich, daß Thomson über kurz oder lang selbst die hier vorhandene Schwierigkeit überwunden haben würde; indessen kam ihm R. Clausius, sein deutscher Rivale auf dem Gebiet der Energielehre, zuvor und legte in einer meisterhaften Arbeit dar, wie man die Ergebnisse von Mayer und Joule mit dem Grundgedanken von Carnot vereinigen kann. Er zeigte nämlich, daß des letzteren Annahme, es werde keine Wärme verbraucht, für seinen Gedankengang gar nicht wesentlich ist, da in diesem außer den Temperaturen nur die Menge der bei höherer Temperatur eintretenden Wärme, nicht aber die der bei niederer Temperatur austretenden eine Rolle spielt.

37. Die Dissipationsidee. Thomson zögerte nicht, diese Lösung seiner Schwierigkeit als richtig anzuerkennen und führte mit Clausius um die Wette die Anwendung dieser beiden Grundgedanken auf verschiedene Gebiete der Physik durch. Hierbei ist er nun auf jene Vertiefung und Verallgemeinerung gekommen, in welcher er unbestritten die Priorität hat und welche die Unterlage des vorliegenden Werkes bildet: auf den Gedanken von der Dissipation der Energie und der hieraus folgenden Einseitigkeit alles Geschehens.

Zuerst tritt dieser Gedanke in einer kurzen Abhandlung vom Jahre 1852 auf, die ich unter Auslassung einer erläuternden Zwischenrechnung nachstehend wiedergebe.

„Der Zweck der vorliegenden Mitteilung ist, die Aufmerksamkeit auf die bemerkenswerten Folgerungen zu richten, welche sich aus Carnots Satz ergeben, daß für den Menschen die Möglichkeit eines absoluten Verbrauches von mechanischer Energie be-

steht, welcher eintritt, wenn man der Wärme gestattet, von einem Körper auf einen kälteren überzugehen, wenn er dabei nicht das Kriterium einer vollkommenen thermodynamischen Maschine erfüllt, wie es auf einer neuen Grundlage in der dynamischen Theorie der Wärme aufgestellt worden ist. Da es völlig sicher ist, daß allein die Kraft des Schöpfers mechanische Energie erzeugen oder vernichten kann, so kann jener Verbrauch nicht in einer Vernichtung der mechanischen Energie bestehen, sondern muß eine Umwandlung derselben darstellen. Um die Natur dieser Umwandlung zu erklären, ist es zunächst zweckmäßig, die Vorräte an mechanischer Energie in zwei Klassen zu teilen, die statischen und die dynamischen. Eine gewisse Gewichtsmenge im erhobenen Zustande, die bereit ist, abzusinken und Arbeit zu leisten, wenn diese gebraucht wird, ein elektrisierter Körper, ein Quantum Brennmaterial enthalten Energiemengen von statischer Beschaffenheit. Materielle Massen in Bewegung, ein Volum des Raumes, durch welchen Wellen von Licht oder strahlender Wärme durchgehen, ein Körper, dessen Teilchen sich in thermischer Bewegung befinden, d. h. nicht unendlich kalt sind, enthalten Vorräte mechanischer Energie von dynamischer Beschaffenheit.

Die nachstehenden Sätze über die Dissipation der mechanischen Energie aus einem gegebenen Vorrate und ihre Wiederherstellung in den ursprünglichen Zustand werden hiermit aufgestellt. Sie sind notwendige Folgen des Axioms: Es ist unmöglich, mittels unbelebter materieller Wirkung einer gegebenen Menge Materie mechanische Arbeit zu entziehen, indem man sie unter die Temperatur des kältesten Gegenstandes der Umgebung abkühlt.

I. Wird die Wärme durch einen umkehrbaren Vorgang erzeugt, so daß die dabei verbrauchte Energie in ihren früheren Zustand zurückgebracht werden kann, so findet auch eine Übertragung von Wärme aus einem kalten Körper in einen heißen statt, die in einem bestimmten Mengenverhältnis zu der erzeugten Wärme steht, das nur von den Temperaturen der beiden Körper abhängt.

II. Wird Wärme durch einen nicht umkehrbaren Vorgang, wie Reibung erzeugt, so findet eine Zerstreuung oder Dissipation mechanischer Energie statt, und eine vollkommene Wiederherstellung des früheren Zustandes ist unmöglich.

III. Wird Wärme durch Leitung zerstreut, so findet eine Dissipation mechanischer Energie statt, und eine vollkommene Wiederherstellung ist unmöglich.

IV. Wenn strahlende Wärme oder Licht anders absorbiert wird, als bei der Vegetation oder bei chemischer Wirkung, so findet eine Dissipation von mechanischer Energie statt und eine Wiederherstellung ist unmöglich.

Aus diesen Sätzen lassen sich die folgenden allgemeinen Schlüsse ziehen, wenn man wohlbekannte Tatsachen bezüglich der Mechanik der tierischen und pflanzlichen Körper hinzunimmt:

1. Es besteht gegenwärtig in der mechanischen Welt eine allgemeine Tendenz zur Zerstreuung der mechanischen Energie.

2. Eine Wiederherstellung der mechanischen Energie, bei der mehr als die äquivalente Zerstreuung eintritt, ist unmöglich für unbelebte materielle Vorgänge und findet auch wahrscheinlich niemals in belebter Materie statt, sei diese mit vegetabilischem Leben behaftet oder dem Willen eines belebten Geschöpfes unterworfen.

3. Die Erde muß innerhalb einer endlichen vergangenen Zeit und innerhalb einer endlichen Zukunft für die Bewohnung durch Menschen in ihrem gegenwärtigen Zustande ungeeignet gewesen sein und ungeeignet werden, außer es haben Vorgänge stattgefunden oder werden stattfinden, welche unter der Herrschaft der Gesetze unmöglich sind, denen die gegenwärtig bekannten Vorgänge unterworfen sind, die zurzeit in der materiellen Welt stattfinden."

38. Tragweite und Kritik des neuen Gedankens. Die Bedeutung der hier so kurz und genau dargelegten Einsicht für die allgemeine Weltanschauung ist ersichtlich und ist auch alsbald empfunden worden. Durch das Dissipationsgesetz erscheint die Zeit, während welcher Menschen leben und sterben, Religionen

stiften und Wissenschaften entwickeln, als eine kurze Episode innerhalb eines unendlich viel längeren Zeitvorganges, dessen erster und letzter Teil von Zuständen ausgefüllt ist, welche keine Menschenexistenz ermöglichen und daher von solchen Betätigungen leer sind. Insbesondere ist alles, was die Menschheit inzwischen an geistigen Gütern erarbeitet hat, dem Untergange ebenso ausgesetzt und verfallen, wie die Schöpfer und Inhaber dieser Güter selbst, die Menschen.

Dies bedeutet eine geistige und moralische Revolution, die nicht kleiner ist, als die durch Kopernikus seinerzeit verursachte. Ebenso wie dieser die Erde räumlich aus dem Mittelpunkt der Welt, den sie bis dahin physisch wie moralisch gebildet hatte, herauswarf und ihr die unendlich viel bescheidenere Rolle eines Planeten unter vielen anwies, eines kleinen Anhängsels des Sonnensystems, das seinerseits nur einen unendlich kleinen Teil der uns bekannten Sternenwelt bildet, ebenso zwang Thomson die Menschheit, zeitlich ihre Existenz und ihren Einfluß auf eine kurze Spanne beschränkt zu denken und auf irgendwelche Unendlichkeit in Zukunft wie Vergangenheit endgültig zu verzichten.

Es ist natürlich, daß ein so ungeheurer Gedanke nicht von seinem Schöpfer alsbald in seiner Tragweite vollständig hat übersehen werden können. Ebenso natürlich ist andererseits, daß alsbald Versuche einsetzten, die physikalischen Grundlagen jenes Schlusses selbst in Zweifel zu ziehen oder gar als unrichtig zu erweisen. Wir beschäftigen uns zunächst mit diesen Versuchen zur Rettung der Welt von diesem trostlosen Ende, das sich nicht etwa in Gestalt einer heroischen Katastrophe darstellt, sondern als eine zwar immer langsamer werdende, in ihrer Langsamkeit aber unwiderstehliche Verödung alles Lebens. Denn in dem Maße, wie die Dissipation der Energie zunimmt, nehmen die Differenzen der Temperaturen, der Höhen, der elektrischen und chemischen Spannungen usw. ab, so daß immer weniger Vorgänge stattfinden, und diese mit immer geringerer Intensität, d. h. immer langsamer. Das Ende ist also ein eisiger Tod, der über der ganzen Erde herrscht, welche ihrerseits noch lange fortfährt, um die ausgebrannte Sonne

zu kreisen, da die mechanischen Energievorräte wegen der unmerklich kleinen Reibung im Weltraum sich am längsten unzerstreut erhalten werden.

An eine Möglichkeit, diesen niederdrückenden Schluß zu vermeiden, hat William Thomson bereits selbst gedacht, und dieser mögliche Ausweg ist schon deshalb erwähnenswert, weil er in neuester Zeit wiederholt worden ist, und zwar von einer Seite, wo jener frühere, vom Autor selbst aufgegebene Versuch eigentlich hätte bekannt sein sollen. Sie liegt in der Frage, ob nicht durch die Tätigkeit des Lebens jene Folge der Energiezerstreuung aufgehoben werden könne, ob nicht mit anderen Worten die Lebewesen gegen den zweiten Hauptsatz handeln können. Wie ein Blick auf die Formulierung Thomsons (S. 16) zeigt, ist dieser Gedanke erwogen, aber hernach doch als unwahrscheinlich zurückgewiesen worden. Man kann heute hinzufügen, daß er unwahrscheinlicher als je geworden ist, und daß alle Messungen der Energieumwandlung, die man an Tieren und Pflanzen ausgeführt hat, ausschließlich für und niemals gegen den zweiten Hauptsatz gesprochen haben. So beschränkt sich das Güteverhältnis bei der Umwandlung der chemischen Energie in mechanische durch den Muskel im günstigsten Falle auf etwa 40 Prozent, und von der Energie der Sonnenstrahlung nutzen die grünen Pflanzen weniger als 1 Prozent aus. Es findet also auch bei den Energieumwandlungen in den Lebewesen eine sehr starke Dissipation statt, und die künstlichen Transformatoren übertreffen bereits in sehr vielen Fällen weitaus die „natürlichen", die ja überall nicht vom alleinigen Gesichtspunkte des maximalen Güteverhältnisses sich im Kampfe ums Dasein haben entwickeln können, da andere Faktoren dringender eingegriffen haben.

39. Rankines Einwand. Einen anderen Ausweg hat unmittelbar nach der Veröffentlichung von Thomsons Gedanken der Ingenieur W. J. M. Rankine ausgesprochen. Dieser hat sich als frühzeitiger und gedankenreicher Mitarbeiter an der Entwicklung der Thermodynamik ausgezeichnet. Doch scheint er, wie so viele andere Ingenieure, viel mehr in Anschauungen, als in Be-

griffen, denen sich Worte zuordnen lassen, gedacht zu haben, denn seine Arbeiten sind kaum verständlich und seine Rechnungen vielfach fehlerhaft, während gewisse Grundgedanken bei ihm richtig und fruchtbar hervortreten. So hat er insbesondere als der erste von einer reinen Energielehre oder Energetik geschrieben, in welche sich alle Physik und Chemie auflösen sollte, so daß wir ihm die Schaffung dieses Namens danken. Da er aber gleichzeitig gläubiger Mechanist war, so verfehlte er gerade hierdurch den Hauptgedanken der späteren oder eigentlichen Energetik, nämlich die Unabhängigkeit von speziellen hypothetischen Annahmen über die „innere" Beschaffenheit der verschiedenen Energiearten, so daß man den Mann, der den Namen Energetik geschaffen hat, doch nicht selbst als Energetiker bezeichnen darf.

Nachstehend ist Rankines Gedanke, durch den er den Konsequenzen des Dissipationsgesetzes entfliehen wollte, in seinen eigenen Worten wiedergegeben.

„So weitreichend, wie diese Betrachtung sich darstellt, so scheint sie doch exakt auf experimentelle Daten begründet zu sein und den gegenwärtigen Zustand des Weltalls, soweit wir ihn kennen, richtig zu kennzeichnen.

Ich beabsichtige nun darzulegen, wie es denkbar ist, daß vielleicht in einer unabsehbar fernen Zeit ein entgegengesetzter Zustand der Dinge eintreten kann, wobei die Energie, die gegenwärtig zerstreut wird, wieder in Brennpunkten gesammelt werden würde, so daß Vorräte von chemischer Kraft aus den trägen Verbindungen neu entstehen könnten, die gegenwärtig beständig gebildet werden.

Zwischen den Atmosphären der Himmelskörper muß ein Medium existieren, welches fähig ist, Licht und Wärme fortzupflanzen; es kann als nahezu gewiß angesehen werden, daß dieses interstellare Medium für Licht und Wärme vollkommen durchlässig ist, d. h. daß es unfähig ist, strahlende Wärme und Licht (welches eine Art derselben ist) aus dem strahlenden in den festen oder leitbaren Zustand überzuführen.

Ist dies der Fall, so hat das interstellare Medium nicht die

Fähigkeit, irgendwelche Temperatur anzunehmen und alle Wärme, welche in der leitbaren Form an den Grenzen der Atmosphäre anlangt, wird dort vollkommen umgewandelt, teilweise in gewöhnliche Bewegung durch die Ausdehnung der Atmosphäre, und teilweise in die strahlende Form. Die gewöhnliche Bewegung wird auch ihrerseits wieder in Wärme verwandelt werden, so daß strahlende Wärme die endliche Form darstellt, nach welcher alle physische Energie tendiert; in dieser Form aber diffundiert sie bei dem gegenwärtigen Zustande der Welt von den Himmelskörpern in den interstellaren Zwischenraum.

Es werde nun angenommen, daß rundum nach allen Richtungen der sichtbaren Welt das interstellare Medium Grenzen hat, außerhalb deren sich der leere Raum befindet.

Ist diese Annahme richtig, so muß die strahlende Wärme, sobald sie diese Grenzen erreicht, total reflektiert und schließlich in Brennpunkten vereinigt werden. In jedem dieser Brennpunkte kann die Intensität der Wärme so groß angenommen werden, daß, wenn ein Stern, der aus einer erloschenen Masse von trägen Stoffen bestehen mag, während seines Laufes in einen solchen Raum gelangt, er alsbald verdampft und in seine Elemente aufgelöst wird. Hierdurch wird ein Vorrat von chemischer Kraft auf Kosten einer entsprechenden Menge strahlender Wärme gebildet.

Daher ergibt sich, daß, wenn auch der gegenwärtige Zustand der Welt, soweit wir erkennen können, sich nach einer gleichförmigen Diffusion aller physischen Energie in Gestalt von strahlender Wärme, dem Erlöschen der Sterne und dem Aufhören aller Vorgänge hin bewegt, die Welt doch, wie sie geschaffen ist, mit Mitteln ausgestattet sein kann, welche ihre physische Energie wieder konzentrieren und Tätigkeit wie Leben in ihr erneuern.

Soviel wir wissen, können diese beiden Vorgänge gleichzeitig stattfinden; so mögen einige der leuchtenden Objekte, die wir in den Fernen des Raumes beobachten, nicht Sterne sein, sondern Brennpunkte im interstellaren Äther."

Man erkennt zunächst die allgemeine Reaktion der anthro-

pozentrischen Gedankengewöhnung, der es unerträglich ist, eine Zukunft kommen zu sehen, in welcher alle menschlichen Dinge überhaupt keine Rolle mehr spielen werden, weil es keine Menschen mehr geben wird. Denn da gerade die Energetik durch die Betonung des kausalen Zusammenhanges der physischen Dinge mit den geistigen auch dem früher gehegten Gedanken einer rein spirituellen Unsterblichkeit der Menschen die größten Schwierigkeiten bereitet, so mußte das physische Aufhören aller geistigen Güter der Menschheit, das hier die Energetik fordert, doppelt erschreckend wirken. So wurde der Angriff unwillkürlich zunächst gegen jene physische Grundlage gerichtet.

40. Clausius' Kritik. Allerdings hätte Rankine sich alsbald selbst sagen können, daß sein Gedanke durch bereits vorhandene Experimente widerlegt wird. Schon im achtzehnten Jahrhundert hatte man sich überzeugt, daß ein Stück Eis im Brennpunkte eines Hohlspiegels in dem Brennpunkt eines zweiten, dagegen gerichteten Hohlspiegels Kälte erzeugt, ebenso wie eine glühende Kohle an Stelle des Eises dort Wärme erscheinen läßt. Es war demgemäß die Theorie des Strahlungsgleichgewichtes von Prevost in Genf ausgearbeitet worden, aus der sich ergab, daß in jedem Brennpunkte eben die Temperatur des Objektes auftreten muß, dessen reelles Bild dort entsteht. Doch nahm alsbald auch Clausius die Frage in seiner überaus sorgfältigen Weise auf und unterwarf sie einer eindringenden mathematischen Untersuchung. Er war nämlich insofern ganz besonders hierbei interessiert, als er den zweiten Hauptsatz in der Gestalt aufgestellt hatte: Die Wärme geht nicht von selbst aus einem kälteren in einen wärmeren Körper über. Wenn sie durch Strahlung und Sammlung in einem Brennpunkt tatsächlich ihre Temperatur erhöhen kann, so wäre dies jedenfalls „von selbst", denn durch eine solche Anordnung könnten unbegrenzt große Wärmemengen in stetiger Weise umgewandelt werden.

Das Ergebnis der Untersuchung war folgendes. Auf Grund der bis dahin bekannten Gesetze war eine Erhöhung der Temperatur durch Strahlung nicht ganz ausgeschlossen, nämlich wenn

man annimmt, daß die Strahlung einer gegebenen Quelle in verschiedenen Mitteln beliebig verschieden stark oder auch gleich stark sein kann. Um jenen Satz und damit den zweiten Hauptsatz aufrecht zu erhalten, muß man die Protothese machen, daß die Strahlungen desselben Körpers in verschiedenen Mitteln sich umgekehrt wie die Quadrate der Strahlungsgeschwindigkeiten oder direkt wie die Quadrate der Brechungskoeffizienten verhalten: alsdann ist durch Reflexion und Brechung keine Erhöhung der Temperatur möglich. Man muß daher umgekehrt die Tatsache, daß der zweite Hauptsatz allgemein gültig ist, als einen Nachweis dafür ansehen, daß das angegebene Naturgesetz tatsächlich zutrifft. Da andererseits Rankine seine Brennpunkte in den Äther verlegt, in welchem die Lichtgeschwindigkeit grundsätzlich als überall und für alle Wellen gleich groß angenommen wird, so fällt jene einzige, von Clausius noch nachgewiesene unwahrscheinliche Möglichkeit einer Konzentration ganz fort, und es bleibt das Ergebnis, daß auf solchem Wege eine Wiederbelebung der erloschenen Welt nicht in Aussicht genommen werden kann.

Auch muß das Mittel für den stillschweigend vorausgesetzten Zweck als untauglich bezeichnet werden. Denn wenn auch eine solche fokale Energiekonzentration möglich wäre, so würde doch beispielsweise die erloschene Erde, wenn sie einen derartigen Glutofen passierte und wenn ihre Elemente sich dabei aus den entstandenen chemischen Verbindungen wieder dissoziierten, jedenfalls jede Spur organischen Lebens verlieren und alle Produkte menschlicher Geistestätigkeit würden noch viel gründlicher zerstört werden, als dies auf der erstarrten Erde der Fall wäre, wo sie wenigstens als geologische Pretrefakten eine zwar unbrauchbare aber annähernd ewige Existenz führen könnten. Also der eigentliche Gefühlsgrund gegen die Annahme von Thomsons Schluß, die Abneigung gegen eine vollständige Vernichtung der Ergebnisse menschlicher Arbeit, findet auch bei Annahme des Gedankens von Rankine, abgesehen von seiner physikalischen Unhaltbarkeit, durchaus nicht die erhoffte befriedigende Erledigung und der Mensch muß jedenfalls auf die Ewigkeit seiner Leistungen

in der Zeit verzichten. Rankines Rettungsversuch erinnert an die Geschichte vom zahmen Bären, der die Fliege auf der Stirn seines schlafenden Herrn mit einem Stein zerschmetterte, leider aber auch dessen Schädel.

41. Weitere Rettungsversuche. Es sei bereits an dieser Stelle bemerkt, daß auch die modernsten Versuche, einen kosmischen Kreisprozeß zu erkennen, durch welchen periodisch immer wieder die Folgen der Dissipation aufgehoben werden können oder sollen, für die Zukunft des Menschengeschlechtes keine besseren Aussichten gewähren. Auch bei ihnen gehen die energetischen Welterneuerungen durch Zustände, welche organisches Leben völlig ausschließen und welche insbesondere eine stetige Fortwirkung der menschlichen Kultur auf keine Weise gestatten. Alles, was sie in solchem Sinne uns gewähren, beschränkt sich auf die Möglichkeit, daß in jeder dieser Perioden wieder innerhalb einer gewissen Phase der Umwandlungen organisches und spezifisch menschliches (oder ähnliches) Leben erscheinen kann, wobei dann je nachdem neue Organismen entstehen mögen, unter denen sich günstigenfalls menschenähnliche oder auch ihnen weit überlegene befinden werden, die eine entsprechende Kultur entwickeln können. Aber auch diese ist ebenso dem vollständigen Untergang geweiht, wie es die menschliche ist.

Ich weiß nicht, ob ein religiös gestimmtes Gemüt in dieser Perspektive Befriedigung empfinden kann. Mir scheint es geboten, sich mit der zeitlichen Beschränkung der Menschheit ebenso abzufinden, wie wir das gegenwärtig mit der räumlichen (astronomischen) längst getan haben, ohne einen Verlust an kulturellen oder geistigen Gütern dabei erfahren zu haben. Es scheint eher das Gegenteil richtig zu sein, daß durch die entschlossene Beschränkung des menschlichen Denkens und Fühlens auf den Raum, den wir erfahrungsgemäß wirklich beherrschen, diese Beherrschung zum Segen des einzelnen wie der Allgemeinheit bedeutend zugenommen hat. Nachzuweisen, daß eine freie Annahme der eben dargelegten zeitlichen Beschränkung dieselben segensreichen Folgen haben wird, trotz der Mißempfindungen, welche die tief-

greifende Abweichung von eingewurzelten Denkgewohnheiten zunächst hervorruft und aus naturgesetzlichen Gründen hervorrufen muß, wird eine der Hauptaufgaben der nachfolgenden Darlegungen sein.

Siebentes Kapitel.

Entropie und Dämonen.

42. Der Entropiebegriff. Es ist bereits angegeben worden, daß R. Clausius alsbald den von Rankine angegebenen Ausweg, sich den zeitlichen Konsequensen des Dissipationsgesetzes zu entziehen, als ungangbar erwiesen hatte. Die Bedeutung der Frage veranlaßte ihn, sie einer weiteren eingehenden Untersuchung zu unterziehen und ihren Inhalt womöglich mathematisch zu fixieren. Dies gelang ihm durch die Schaffung eines neuen Begriffes (oder vielmehr einiger, von denen aber nur einer sich als lebensfähig erwiesen hat), der ein quantitativ-mathematisches Maß der Nichtumkehrbarkeit eines jeden wirklichen Vorganges, dessen Einzelheiten man hinreichend genau kennt, zu berechnen gestattet. Der Gedankengang ist kurz folgender.

Wenn man bei einem idealen Kreisprozeß, bei welchem also keinerlei Dissipation der Energie stattfindet, jede Wärmemenge durch die absolute Temperatur dividiert, bei welcher sie in die Maschine eintritt oder sie verläßt (wobei austretende Wärmemengen als negativ gegen die positiven eintretenden gerechnet werden), und alle diese Quotienten addiert, so erhält man, wie die Rechnung zeigt, die Summe Null. Wenn aber der Kreisprozeß nicht umkehrbar ist, so hat diese Summe immer einen positiven Wert. Dies ergibt sich aus der Berechnung irgendeines bestimmten Kreisprozesses, für welchen alle Daten bekannt sind, da das Ergebnis gemäß dem Carnotschen Satze, daß alle idealen Maschinen zwischen denselben Temperaturen äquivalent sind, alsbald die Erweiterung des Ergebnisses auf alle anderen Fälle gestattet.

Jene Summe der ein- und austretenden Wärmemengen, jede dividiert durch ihre absolute Temperatur, stellt somit eine Größe dar, an der man nicht nur erkennen kann, ob der entsprechende Vorgang ideal ist oder nicht, sondern aus der man auch ein Maß für die Abweichung des wirklichen Vorganges vom idealen Grenzfall gewinnen kann. Clausius hatte daher diese Größe mit einem besonderen Namen versehen, er nannte sie Entropie. Sein Satz lautet demgemäß, daß bei idealen Kreisprozessen die Entropie unverändert bleibt, bei wirklichen dagegen um so mehr zunimmt, je unvollkommener der Prozeß ist.

Um diese Begriffsbildung auf Vorgänge aller Art auszudehnen, braucht man nur irgendeinen beliebigen Vorgang dadurch zu einem Kreisprozeß zu ergänzen, daß man das fehlende Stück in idealer Weise hinzufügt. Dann hat die entsprechende Entropieänderung[1]) einen ganz bestimmten Wert, der nicht von der Wahl des idealen Vorganges abhängt, da alle idealen Vorgänge in dieser Beziehung äquivalent sind. Somit hat auch die gesamte Entropieänderung einen bestimmten Wert, und zieht man den Anteil der idealen Ergänzung von der gesamten Entropieänderung ab, so hat man den Wert, der dem Vorgange selbst entspricht. Auf diese Weise läßt sich zeigen, daß überhaupt allen Vorgängen in letzter Analyse die Eigenschaft innewohnt, die Entropie zu vermehren, oder daß mit anderen Worten nur solche Vorgänge stattfinden und stattfinden können (weil man niemals andere beobachtet hat), die mit Entropievermehrung verbunden sind.

Dehnt man diese Betrachtungen über die ganze Welt aus, so kommt man zu dem von Clausius formulierten Satze: Die Entropie der Welt strebt einem Maximum zu.

Sachlich enthält dieser Satz nicht mehr, als der von Thomson formulierte der zunehmenden Dissipation der Energie, denn es läßt sich leicht zeigen, daß zunächst jede Zerstreuung der Wärme

[1]) Man beachte, daß dieses Stück kein Kreisprozeß ist, und daß ihm somit nicht die Entropieänderung Null entspricht, sondern irgendein positiver oder negativer Wert.

mit Entropievermehrung verbunden ist. Was die anderen Energiearten anlangt, so fallen sie dadurch unter das Gesetz, daß sie bei ihren Umwandlungen immer mehr oder weniger Energie in Wärme umwandeln, welche für den Hauptzweck verloren geht. Dies gilt für die Reibung der Maschinen, die Zähigkeit der Flüssigkeiten, die Stromwärme der elektrischen Vorgänge, die Wärmeentwicklung der chemischen usw. usw. Außer den Bewegungen der Gestirne, welche in einem Mittel ohne meßbaren Widerstand erfolgen und welche daher, wenigstens für Zeiten, die der menschlichen Forschung erreichbar sind, keine erkennbare Dissipation aufweisen, unterliegen alle bekannten Vorgänge dem gleichen Gesetz. Und selbst bei den Bewegungen der Gestirne sind uns solche Zerstreuungen bekannt. So haben wir beispielsweise für die Arbeitsleistung von Ebbe und Flut keine andere Energie, als die Bewegungsenergie der Drehung des Erdballs, da die geleisteten Arbeiten für die Hebung des Wassers während der Flut durch Reibung in Wärme übergehen. Aber diese Beträge sind so klein, daß sie noch nicht zu einer nachweisbaren Verzögerung geführt haben. Was endlich die Strahlung betrifft, so hatte Clausius ja, wie erwähnt, bewiesen (oder doch äußerst wahrscheinlich gemacht), daß sie sich dem gleichen Gesetz unterordnet.

Man kann nicht sagen, daß durch diese Betrachtung der allgemeine Gedanke selbst anschaulicher geworden wäre, denn es ist hier eine Begriffsbildung vollzogen worden, die trotz tatsächlicher großer Vorzüge noch bis heute nicht populär geworden ist. Wir werden deshalb hernach noch andere Fassungen des gleichen Gesetzes erörtern, da alles darauf ankommt, daß der Leser sich seinen Inhalt nach allen Richtungen zu eigen macht.

43. Die Bestimmung des Menschen. Der dritte Forscher, der damals die Entwicklung der Energielehre führend beeinflußte, Helmholtz, schloß sich gleichfalls alsbald den Anschauungen Thomsons an, ohne vor den Konsequenzen zurückzuschrecken. Als eine Art Trost fügte er die Bemerkung hinzu, daß mit zunehmender Gesamtdissipation auch die Dissipationstendenz (S. 47) immer kleiner werden muß, so daß das von Thomson voraus-

gesehene Ende der Welt erst nach unendlich langer Zeit erreicht werden würde.

Aber immerhin faßt auch er die Notwendigkeit, mit einem Ende der Menschheit zu rechnen, ernsthaft ins Auge, und es ist interessant zu erfahren, wie er sich dazu stellt. Er schließt seinen berühmten populären Vortrag von 1854 über die Wechselwirkung der Naturkräfte mit den Worten:

„So hat uns der Faden, den diejenigen, welche dem Traume des Perpetuum mobile nachfolgten, in Dunkelheit angesponnen haben, zu einem allgemeinen Grundgesetze der Natur geführt, welches Lichtstrahlen in die fernsten Nächte des Anfanges und des Endes des Weltalls aussendet. Auch unserem eigenen Geschlechte will es wohl ein langes, aber kein ewiges Bestehen zulassen; es droht ihm mit einem Tage des Gerichtes, dessen Eintrittszeit es glücklicherweise noch verhüllt. Wie der einzelne den Gedanken seines Todes ertragen muß, so muß es auch das Geschlecht; aber es hat vor anderen, untergegangenen Lebensformen höhere, sittliche Aufgaben voraus, deren Träger es ist und mit deren Vollendung es seine Bestimmung erfüllt."

Wir werden uns später überzeugen, daß auch diese sittlichen Aufgaben sich aus dem gleichen Gesetze der Energiezerstreuung ergeben, und daß ihre Vollendung ebenso unmöglich ist, wie ein idealer Kreisprozeß.

44. Dämonisches. Während derart die maßgebenden Führer der Energielehre über diesen Hauptpunkt einig waren, hatten sie doch mancherlei Widerspruch von anderer Seite zu überwinden. Ich lasse die verschiedenen Einwendungen unerwähnt, die sich als bloße Mißverständnisse und Irrtümer herausstellten und deren Erörterung dann dazu beitrug, den einen oder anderen übersehenen Punkt der Lehre klarer ins Licht zu stellen, um auf einen Einwand etwas näher einzugehen, dessen Bedeutung seinerzeit verhältnismäßig gering erschien, aber gegenwärtig ganz erheblich zugenommen hat. Er rührt von J. Clerk Maxwell her, einem ungewöhnlich selbständig und schöpferisch denkenden schottischen Physiker, dem wir die Grundlagen der gegenwärtigen Elektrizitätslehre verdanken.

Maxwell gründet seine Betrachtungen[1]) auf die kinetische Hypothese, insbesondere die des Gaszustandes. Die Entwicklung des bereits von den griechischen Denkern in Betracht gezogenen und bis zu einem gewissen Grade entwickelten Atomismus, d. h. der Lehre, daß die körperlichen Gegenstände in letzter Analyse aus kleinen, unterschiedenen Teilchen zusammengesetzt sind, hatte um dieselbe Zeit wie die Energielehre eingesetzt und wurde von vielen Forschern als dieser gleichwertig oder überlegen angesehen. Insbesondere wurde betont, daß die Atomistik einen viel „tieferen" Blick in die Natur gewähre, als der erste und zweite Hauptsatz, die nur summarische Angaben über das äußere Verhalten machten. Hierbei wurde allerdings nicht beachtet, daß dieser tiefere Blick zunächst nur hypothetisch war, indem er Angaben darüber machte, wie die Dinge sein können, aber keinen Beweis erbrachte, daß sie wirklich so sind.

Gemäß dieser kinetischen Hypothese sah man insbesondere die Gase an als aus lauter kleinen elastischen Körperchen bestehend, die mit großer Geschwindigkeit durcheinander schwirren, häufig zusammenstoßen, gegen die Wände prallen und so den Druck hervorbringen. Durch eine einfache Betrachtung, die bereits 1738 von D. Bernoulli in seiner Hydrodynamica angestellt worden war, ergab sich, daß bei Voraussetzung vollkommener Elastizität sich auf solche Weise das Boylesche Gesetz ableiten ließ. Mit der Annahme, daß die Bewegungsenergie dieser Teilchen der Temperatur proportional sei, ergibt sich auch das Gay-Lussacsche. Ebenso ergab sich später eine einfache und einleuchtende Beziehung auf chemischem Gebiete zu dem Postulat von Avogadro.

Die genauere Untersuchung einer derartigen Bewegung ergab nun Maxwell das Resultat, daß man die unter dieser Voraussetzung für die Gasmolekeln errechneten mittleren Geschwindigkeiten nicht als die ausschließlich vorhandenen betrachten darf, sondern nur als die am häufigsten vertretenen. Außerdem aber sind

[1]) Boltzmann gibt an, daß lange vor Maxwell Loschmidt ähnliche Gedanken geäußert hat, die jedoch unbeachtet geblieben waren.

noch alle anderen Geschwindigkeiten, sowohl größere wie kleinere möglich, nur derart verteilt, daß sie um so seltener vorkommen, je weiter sie vom Mittelwert abweichen. Die Anzahl der Abweichungen erwies sich als durch dieselbe Formel geregelt, die Gauß für die Abweichungen der Fehler einer großen Beobachtungsreihe vom richtigen Mittelwert berechnet hatte. Alle diese Schlüsse beruhen indessen nicht, wie besonders betont werden muß, auf den Grundsätzen der reinen Mechanik, sondern enthalten als wesentliches Element Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen, welche ihre Geltung dahin einschränken, daß eine große Anzahl oder eine lange Zeitdauer dieser Phänomene in Betracht gezogen werden muß.

Hiernach besteht in einem Gase in einem gegebenen Augenblicke eigentlich nicht eine bestimmte Temperatur bei allen Molekeln, sondern es ist nur eine mittlere Temperatur vorhanden, die der mittleren Geschwindigkeit entspricht. Da es außerdem schnellere und langsamere Molekeln gibt, so gibt es auch höhere und niedrigere Temperaturen, nur so durcheinander gemischt, daß für etwas größere Dimensionen, die indessen noch an den Grenzen des mikroskopisch Sichtbaren liegen, nur der Mittelwert beobachtet werden kann.

An diese Auffassung nun knüpft Maxwell an. Er denkt sich ein Gas in einem Gefäß durch eine Wand in zwei Teile geschieden. Die Wand ist mit so kleinen Löchern versehen, daß eben nur ein Atom durchkann; die Löcher können durch Schieber zugedeckt werden, und jedes Loch wird von einem „Dämon", einem atomistisch kleinen Wesen mit genügender Intelligenz, um schnelle Molekeln von langsamen unterscheiden zu können, bewacht. Wenn diese Dämonen nun die Schieber jedesmal öffnen, wenn eine überdurchschnittlich schnelle Molekel in einem Sinne durchfliegen will, und ähnlich für die zu langsamen, wenn diese in entgegengesetzter Richtung durch das Loch wollen, so können sie auf der einen Seite der Scheidewand die schnelleren, auf der anderen die langsameren ansammeln und so das ursprünglich gleichtemperierte Gas in einen wärmeren und einen kälteren Teil

spalten. Dies wäre, wenn die Dämonen ohne Entropieänderung arbeiteten, allerdings eine Verminderung der Entropie oder eine Verminderung der Dissipation, und insofern ein Widerspruch gegen den zweiten Hauptsatz.

45. Kritik der Dämonen. Thomson nahm die Idee mit Wärme auf; doch läßt sich aus seiner Darstellung nicht mit Deutlichkeit entnehmen, ob er diese Betrachtung für eine Widerlegung seines Dissipationsgesetzes hält oder nicht. Auch sorgt er dafür, den Dämonen keine übernatürlichen oder grundsätzlich unmöglichen Eigenschaften zuzuschreiben, ohne jedoch, wie es scheint, in dieser Beziehung ganz streng zu verfahren.

Viel gröber griff Thomsons Arbeitsgenosse Peter Guthrie Tait zu, der keine Gelegenheit vorübergehen ließ, um Clausius etwas am Zeuge zu flicken. Er war vollkommen überzeugt, daß ausgezeichnete Arbeiten oder Ideen eigentlich nur von Engländern, bzw. Schotten (und allenfalls von einigen Franzosen) hervorgebracht werden können, und daß insbesondere die Deutschen zu solchen Dingen ganz unfähig seien, und so hatte er bereits mehrfach Clausius' Grundsatz, daß Wärme nicht von selbst auf höhere Temperatur gehen könne, durch besondere Versuchsanordnungen zu widerlegen versucht. Clausius konnte in jedem Falle nachweisen, daß es sich um ein Versehen seines Gegners handelte, den wie gewöhnlich der Haß blind gemacht hatte. Nun brachte Tait Maxwells Dämonen vor, die er als kleine Wesen ohne Beharrungsvermögen mit außerordentlicher Sinnenschärfe und Intelligenz und wunderbarer Beweglichkeit beschreibt, und erklärte dessen Betrachtung als „absolut verhängnisvoll" für Clausius' Theorie.

In seiner Antwort faßte Clausius seinen Widerspruch dahin zusammen, „daß sein Gesetz sich nicht darauf bezieht, was die Wärme mit Hilfe von Dämonen tun kann, sondern darauf, was sie für sich allein tun kann".

Erläuternd schickt er folgende Betrachtung voraus: „Wenn die Wärme als eine Molekularbewegung betrachtet wird, so ist dabei zu bedenken, daß die Molekeln so kleine Körperteilchen sind,

daß es für uns unmöglich ist, sie einzeln wahrzunehmen. Wir können daher nicht auf einzelne Molekeln für sich wirken oder die Wirkungen einzelner Molekeln für sich allein erhalten, sondern haben es bei jeder Wirkung, die wir auf einen Körper ausüben oder von ihm erhalten, gleichzeitig mit einer ungeheuer großen Menge von Molekeln zu tun, welche sich nach allen möglichen Richtungen und mit allen bei den Molekeln überhaupt vorkommenden Geschwindigkeiten bewegen und sich an der Wirkung in der Weise gleichmäßig beteiligen, daß nur zufällige Verschiedenheiten vorkommen, wie sie den allgemeinen Gesetzen der Wahrscheinlichkeit unterworfen sind. Dieser Umstand bildet gerade die charakteristische Eigentümlichkeit derjenigen Bewegung, welche wir Wärme nennen, und auf ihm beruhen die Gesetze, welche das Verhalten der Wärme von dem anderer Bewegungen unterscheiden.

Wenn nun Dämonen eingreifen und diese charakteristische Eigentümlichkeit zerstören, indem sie unter den Molekeln einen Unterschied machen und Molekeln von gewissen Geschwindigkeiten den Durchgang durch eine Scheidewand gestatten, Molekeln von anderen Geschwindigkeiten dagegen den Durchgang verwehren, so darf man das, was unter diesen Umständen geschieht, nicht mehr als eine Wirkung der Wärme ansehen und erwarten, daß es mit den für die Wirkungen der Wärme geltenden Gesetzen übereinstimmt."

46. Aufhebung des Dämoneneinwands. Man wird nicht umhin können, diese Betrachtung einigermaßen unbefriedigend zu finden. Denn Clausius schützt durch sie zwar den einen von ihm gewählten Ausdruck seines Gesetzes gegen den Dämoneneinwand, nicht aber den anderen, auf die Zunahme der Entropie bezüglichen. Wenn Dämonen der beschriebenen Art am Werke wären, so könnte tatsächlich die Entropie der Welt abnehmen, gleichgültig, ob man bei deren Werk von Wärme spricht, oder von mechanischen Wirkungen. Wenn also das Weltgesetz aufrecht erhalten werden soll oder kann, so bedarf es für diesen Zweck anderer Betrachtungen.

Diese ergeben sich aus den Tätigkeitsbedingungen der Dämonen. Es scheint auf den ersten Blick zulässig, sie sich so abstrakt vorzustellen, wie dies insbesondere Tait getan hat (Thomson, als der bei weitem bessere Denker hat sich in dieser Beziehung auch viel vorsichtiger und angemessener ausgedrückt), indem man von ihrer Masse absieht und ihnen wunderbare Geschwindigkeit und Intelligenz zuschreibt, denn man macht in der klassischen Mechanik eine Menge ähnlicher unmöglicher Abstraktionen, indem man von absolut starren Körpern, absolut biegsamen und gewichtslosen Seilen u. dgl. spricht und mit ihnen operiert. Aber die Folge dieses Verfahrens ist denn auch, daß der abstrakten Mechanik die in der Natur vorhandene Nichtumkehrbarkeit fehlt, denn die den genannten entgegengesetzten Eigenschaften, von denen man absieht, sind gerade die, auf deren wirklichem und unvermeidlichem Vorhandensein die tatsächliche Nichtumkehrbarkeit der mechanischen Vorgänge in der Wirklichkeit beruht. Daß man durch geeignete Maßnahmen den nichtumkehrbaren Teil stark veringern kann, lehren uns beispielsweise die Uhren, welche ein ganzes Jahr lang in einem Aufzug gehen; eine Uhr aber, welche unbegrenzt lange Zeit in einem Aufzug geht, hat man nicht konstruiert, und wir haben nicht den mindesten Grund, zu vermuten, daß man sie jemals wird konstruieren können. Denn die Beschaffenheiten alles Materials bilden für derartige Annäherungen eine unüberschreitbare Grenze. So wird beispielsweise die Schneide eines Pendels auch in die härteste Unterlage eine Vertiefung drücken und das Pendel wird dadurch unter allen Umständen dort Reibung erfahren, die einen Teil seiner Energie in Wärme verwandeln wird. Diese Grenze ist daher nicht beliebig verkleinerbar, sondern hat einen endlichen Wert, unter den man erfahrungsmäßig nicht hinuntergehen kann, da es keinen Stoff mit idealen Eigenschaften gibt.

Ähnliches wird man von Maxwells Einrichtung sagen können. Die Schieber an der Scheidewand können nicht, wie Tait annahm, frei von Trägheit gemacht werden, und die Dämonen können nicht masselos sein, da sie sonst die Schieber nicht bewegen

könnten. Die Energieaufwendungen unter Entropiezunahme, die mit dem Sehen und Beurteilen der Molekularbewegungen verbunden sind, vorausgesetzt, daß so kleine Wesen möglich wären, dürften gleichfalls nicht vernachlässigt werden, wenn man eine ehrliche Rechnung aufmachen will, und so kommt man zu dem Ergebnis, daß allerdings auf die beschriebene Weise eine Entropieverminderung des Gases ausgeführt werden kann, aber durchaus nicht anders, als unter gleichzeitiger Entropievermehrung durch die aufsichtführenden Dämonen. Die Voraussetzung Taits, daß man sich diesen Teil fortdenken solle, ist unzulässig und stammt aus der unbedachten Übertragung des Abstraktionsverfahrens der klassischen Mechanik, welche gerade durch eben dieses Verfahren ihre größte Unzulänglichkeit für die Darstellung der Wirklichkeit erhalten hat.

Es bleibt noch die Frage übrig, ob die Entropievermehrung auf seiten der Dämonen denn notwendig mehr beträgt, als die Entropieverminderung durch ihre Tätigkeit. Die Wahrscheinlichkeit spricht jedenfalls dafür, soweit man hier von Wahrscheinlichkeit reden kann, und jedenfalls ist es Pflicht derjenigen, welche den Dämoneneinwand für zutreffend halten, das Gegenteil einwandfrei nachzuweisen.

47. Die Realität der Atome. Solange wie damals, als jene Diskussionen geführt wurden (1877), die kinetische Hypothese nur in mittelbarer Weise durch ihre Konsequenzen, nicht aber durch unmittelbare Versuche gestützt war, konnte man jene Betrachtungen als ziemlich akademisch ansehen, von deren Entscheidung nicht allzuviel abhing. Allerdings stand Clausius selbst auf dem Standpunkte der kinetischen Hypothese, zu deren Entwicklung er ebenso wie Maxwell sehr viel beigetragen hatte, und somit traf ihn der Einwand des Gesinnungsgenossen besonders empfindlich. Aber im allgemeinen beruhigte sich doch die Wissenschaft ziemlich bald über die Angelegenheit, und wenn späterhin gelegentlich von Maxwells Dämonen die Rede war, geschah dies in halb scherzhafter Weise, wenn auch nicht mit ganz reinem Gewissen.

In neuester Zeit hat indessen dieser Zustand eine wesentliche

Veränderung erfahren. Durch die eingehende Erforschung der kolloiden Gebilde und der in feinen Suspensionen schon vor einem Jahrhundert durch den Botaniker Brown beobachteten Bewegungen hat sich ein so exakter Anschluß dieser sicht- und meßbaren Erscheinungen an die Forderungen der kinetischen Hypothese nachweisen lassen, daß man diese gegenwärtig als experimentell ausreichend bewiesen ansehen muß. Konnte man daher früher die ganze Maxwellsche Dämonologie mit dem Hinweis auf die gänzlich hypothetische Beschaffenheit ihrer wesentlichsten Voraussetzung, nämlich die tatsächliche Existenz der diskreten Molekeln, als nicht maßgebend ablehnen, so ist man jetzt durchaus genötigt, sich mit der Angelegenheit auseinanderzusetzen. Denn es ist experimentell bewiesen, daß erstens feine Pulver oder Tröpfchen in einer bei konstanter Temperatur erhaltenen Flüssigkeit in beständiger Bewegung bleiben, deren Form mit der auf Grund der kinetischen Theorie berechneten übereinstimmt, und daß zweitens die beobachteten Geschwindigkeiten und Weglängen die sind, welche die kinetische Theorie erwarten läßt. Diese Nachweise sind bis zu der äußersten Grenze mikroskopischer Nachweisbarkeit (die neuerdings sehr bedeutend erweitert worden ist) erbracht worden, und es ist außerdem erwiesen worden, daß die Eigenschaften solcher Gemenge, die noch eine mikroskopische Analyse gestatten und der noch feineren bis zu den echten Lösungen hinauf, völlig stetig ineinander übergehen, so daß ein Grund, sie als wesentlich verschieden anzusehen, nicht vorhanden ist. Somit darf man die kinetische Hypothese als eine wissenschaftlich begründete Theorie ansehen und damit tritt die Verpflichtung ein, alle ihre Folgen in Betracht zu ziehen und mit den übrigen Ergebnissen der Wissenschaft in Übereinstimmung zu setzen.

48. Der Lichtdruck. Nun ist allerdings die Berechnung der Entropie der Dämoneneinrichtung nicht wohl möglich, wenn man auch mit Sicherheit sagen kann, daß die von Tait gemachten Annahmen für eine energetische Gesamtrechnung jedenfalls unzulässig sind. Aber in neuerer Zeit sind auch die Dämonen soweit physikalisch-mathematisch vereinfacht worden, daß eine Rechnung

ganz wohl ausführbar erscheint. Es geschah dies durch Svante Arrhenius in seinen berühmten kosmologisch-physikalischen Studien[1]).

Der wesentliche Fortschritt, den dieser originale Denker in die Betrachtungsweise der Probleme brachte, die sich an das Bestehen und Entstehen der Weltkörper knüpfen, liegt in der Einführung des Lichtdruckes. Wir denken uns, daß eine leuchtende Fläche (der Einfachheit wegen paralleles) Licht während einer Sekunde aussendet. Dann wird ein zylindrischer Raum von dem Querschnitt der Fläche und der Länge von 3.10^{10} cm durch die ausgestrahlte Energie erfüllt. Es stehe dieser Fläche nun eine andere gegenüber, die vollkommen schwarz ist, d. h. die ganze Strahlung absorbiert. Dann erfährt diese Fläche einen Gesamtdruck, welcher gleich ist der in einem 1 cm langen Stück dieses Zylinders enthaltenen Energie und einen spezifischen Druck, den man aus dem Gesamtdruck durch Division mit der Größe der Fläche erhält. Wie man leicht erkennt, ist dieser Lichtdruck proportional der Stärke des Lichtes, im übrigen aber ungeheuer klein, da wegen der enormen Geschwindigkeit des Lichtes der in einer Sekunde ausgefüllte Zylinder ungeheuer lang (300000 Kilometer) und somit die in der Einheitsschicht enthaltene Energie entsprechend klein wird. Nun wird aber andererseits der Gesamtquerschnitt einer gegebenen Stoffmenge um so größer, je feiner sie zerteilt ist: mit einem sehr feinen Pulver kann man eine viel größere Fläche bedecken, z. B. anstreichen, als mit derselben Stoffmenge in Gestalt grober Körner. Demgemäß nimmt der Lichtdruck auf einen gegebenen Körper mit seiner zunehmenden Zerteilung zu und es gibt gewisse Dimensionen des Staubes (die noch einigermaßen oberhalb der molekularen Dimensionen liegen), bei denen er seinen größten Wert annimmt. Noch kleinere Körperchen, deren Dimensionen zu weit unterhalb derer einer Lichtwellenlänge liegen, werden nämlich wieder weniger stark beeinflußt.

Diese Umstände können in leicht ersichtlicher Weise sondernd

[1]) Vgl. insbesondere Das Werden der Welten. Leipzig, Akad. Verlagsges. 1907.

S. 188 ff. 205.
Vorstellung v. Weltgebäude S. 199-

auf vorhandene staubförmige und auch gasförmige Gemenge wirken, die zunächst gleichförmig verteilt waren, indem solche Teilchen von übereinstimmender Größe im Sinne des Lichtdruckes verschoben werden, auf welche das Licht einen relativ stärksten Druck ausübt. Man erkennt, daß es sich hier um eine Wirkung handelt, die der der Maxwellschen Dämonen nicht unähnlich ist, und Arrhenius begründet gerade auf solche Überlegungen (und ähnliche, aber verwickeltere, die hier nicht erörtert werden können) den Gedanken, daß es kosmische Perioden geben könne und müsse, in denen die Zunahme der Entropie, wie wir sie in unserer Welt kennen, von einer Abnahme der Entropie abgelöst wird, die sich in den Welten der Nebelflecken vollzieht. Darnach bestände der Weltenverlauf in einem unaufhörlichen Auf- und Abschwingen der Entropie und wäre demgemäß als ewig denkbar. Die Idee eines künftigen Endes der Welt infolge allgemeiner Ausgleichung hält Arrhenius für „nicht befriedigend".

Nun scheint aber doch, selbst wenn man die Richtigkeit jener allgemeinen Betrachtungen zuzugeben bereit ist, die Kette der Beweise noch nicht lückenlos geschlossen. Wenn der Lichtdruck jene Trennungen und Dissoziationen hervorruft, so kann er dies natürlich nur auf Grund der in der Strahlung verfügbaren freien Energie tun, deren Verbrauch mit Entropiezunahme verbunden ist. Es würde sich also wieder um einen der gewöhnlichen oder natürlichen Vorgänge handeln, wo dem Verbrauch freier Energie auf der einen Seite ein teilweiser Gewinn solcher auf der anderen Seite gegenübersteht. Die Frage ist nur nach der Bilanz bei diesem Austausche. Bei allen Vorgängen, die wir kennen, liegt diese Bilanz so, daß ein bestimmter Anteil der freien Energie als Agio für den Wechsel bezahlt werden muß, und ich kann nicht erkennen, aus welchem Grunde sich der beschriebene kosmische Vorgang anders abspielen sollte. Unter allen Umständen muß die Aufstellung einer Rechnung als wünschenswert bezeichnet werden, durch welche die Umkehrung der gewöhnlichen Bilanz in diesem besonderen Falle wahrscheinlich gemacht oder nachgewiesen wird.

49. Menschliche Konsequenzen. Aber wir brauchen nicht

einmal auf die Entscheidung dieser Frage zu warten, um für die Probleme, die uns in diesem Buche beschäftigen, eine völlig ausreichende Stellungnahme zu finden. Für das Sonnensystem und die Erde nimmt auch Arrhenius zunächst den Verlauf so an, wie Thomson ihn aus seinem Dissipationsprinzip geschlossen hatte; nur für die Verwertung der inzwischen ausgestrahlten Energie in überaus fernen Nebelflecken gilt jene dem Dissipationsprinzip widersprechende Annahme von einer künftigen Rekonzentration der ausgestreuten Energien. Somit bleibt für die Frage nach dem Zweck und Inhalt der menschlichen Betätigung nichts anderes übrig, als was auch Thomson schon vorausgesehen hat. Wir müssen uns unter allen Umständen mit dem Gedanken vertraut machen, daß unsere Kultur in irgendwelcher ferner Zeit zum Untergange bestimmt ist, und daß die Summe aller menschlichen Arbeit ihren Endzweck am Menschen selbst findet, daß sie nur auf seine endliche Existenz gerichtet ist und für irgendwelche Ewigkeiten keine erkennbare Bedeutung hat.

Daß diese Aussicht keineswegs eine trostlose ist, wie sie von interessierter Seite oft bezeichnet wird, daß sie im Gegenteile geeignet ist, uns Menschen besonders menschlich nicht nur zu stimmen, sondern sogar zu machen, hoffe ich mit weiteren Verlaufe dieser Darlegungen erweisen zu können. Vorläufig wollen wir das große, in diesem Kapitel betrachtete Gebiet nochmals von einem erhöhten Standpunkte aus überschauen, da alles darauf ankommt, daß die hier gelegten Grundlagen allseitig erkannt und geprüft werden.

50. Zusammenfassung. Wir haben gesehen, daß die beiden ersten Formulierungen des zweiten Hauptsatzes, welche die Unmöglichkeit aussprechen, daß Wärme von niederer Temperatur durch irgendeinen möglichen Kreisprozeß dauernd auf höhere Temperatur gehoben werden kann, sich als nicht ganz zulänglich für die Behandlung besonderer Fragen erweisen. Man erkennt leicht, daß dies daran liegt, daß jene Sätze nur etwas über das Verhalten der Wärme aussagen, ohne die anderen Energieformen zu be-

rücksichtigen. Nun erweist sich aber alsbald bei genauerer Betrachtung, daß alle anderen Energiearten dem gleichen Gesetz unterliegen. Überall ist nur ein Teil frei oder bereit, sich ohne weitere Hilfe in andere Formen zu verwandeln, und überall besteht die Tendenz aller Gebilde, sich einem Gleichgewichtszustande zu nähern, nach dessen Erreichung das Gebilde dauernd in Ruhe bleibt und „von selbst" niemals mehr irgendein Geschehen aufweist. Man muß also, wie dies ja auch von Thomson wie Clausius gelegentlich angedeutet, aber nie ausgeführt worden ist, den zweiten Hauptsatz auf alle Energiearten ausdehnen und das Dissipationsgesetz ganz allgemein aussprechen.

Die geschichtliche Entwicklung dieser Erweiterung der ursprünglichen Thermodynamik, die ziemlich verwickelt ist, kann hier nicht erzählt werden[1]); so sei nur der Name G. Helm genannt als des Forschers, der die Formulierung jenes allgemeinen Gesetzes um einen sehr erheblichen Schritt gefördert hat. Das Gesamtergebnis dieser Forschungen gestattet indessen eine so übersichtliche Darstellung, daß sie hier als Abschluß gegeben werden mag.

51. Die beiden Perpetuum mobile. Wie erinnerlich, läßt sich das Gesetz von der Erhaltung der Energie auf die Form bringen, daß weder die Erschaffung, noch die Zerstörung irgendwelcher Energiemengen experimentell möglich ist. Man kann zwar jede Energieart in jede andere verwandeln, immer aber verschwindet ebensoviel von der einen, als von der anderen (oder den anderen, wenn sich, wie gewöhnlich, mehrere bilden) entsteht, so daß die Summe unverändert bleibt. Da nun jene alten Bemühungen, ein Perpetuum mobile zu erfinden, dahin gerichtet waren, durch irgendeine Anordnung Energie zu erschaffen, so kann man das Gesetz von der Erhaltung der Energie oder den ersten Hauptsatz der Energetik auch als das Gesetz von der Unmöglichkeit eines solchen Perpetuum mobile bezeichnen. Dieser Name

[1]) Man findet sie in meinem bereits erwähnten Buche: Die Energie. Leipzig, J. A. Barth 1908.

wäre geschichtlich sogar der bevorzugte, da gerade am Problem des Perpetuum mobile die große Entdeckung des Erhaltungsgesetzes gemacht wurde, indem sich seine Ausführung experimentell als unmöglich erwies.

Nun ist aber ein auf Erschaffung von Energie aus nichts beruhendes Perpetuum mobile nicht das einzige, das man sich denken kann und dessen Ausführung denselben wirtschaftlichen Erfolg haben müßte, wie die Schaffung jenes Perpetuum mobile „erster Art". Wenn man nämlich die ruhende Energie eines im Gleichgewicht befindlichen Gebildes veranlassen könnte, sich auch ohne Verletzung des Erhaltungsgesetzes wieder in arbeitsfähige zu verwandeln, so könnte man gleichfalls Maschinen ohne Aufwand betreiben, da ruhende Energie überall vorhanden ist und nichts kostet. Wenn wir beispielsweise das Wasser eines Sees veranlassen könnten, daß es sich freiwillig in ein benachbartes Staubecken begibt, das etwa 10 m höher liegt, so könnten wir es von dort wieder durch eine Turbine in den See zurücklaufen lassen und auf solche Weise unbegrenzt viel Arbeit gewinnen. Allerdings brauchte das Wasser eine bestimmte Energiemenge, um aus dem See in das Staubecken zu gelangen, die es etwa seinem Wärmeinhalt entnehmen könnte; es würde also jedesmal dabei etwas kälter werden, aber die Rechnung zeigt, daß es sich hierbei jedesmal nur um einen Bruchteil eines Grades handeln würde, und die Luft könnte diesen Temperaturverlust leicht wieder ersetzen.

Hier hätten wir also einen selbsttätigen Motor, der den ersten Hauptsatz nicht verletzen würde, da das Prinzip von der Erhaltung der Energie gewahrt werden würde, und der dennoch ein Perpetuum mobile darstellt, indem er uns Arbeit ohne Aufwand ins Unbegrenzte gewinnen ließe. Aber wir wissen, daß eine solche Einrichtung nicht ausführbar ist, denn sie würde dem zweiten Hauptsatz widersprechen. Somit verneint auch der zweite Hauptsatz gleichfalls ein Perpetuum mobile, nämlich ein solches, in dem sich ruhende Energie freiwillig in arbeitende, d. h. sich transformierende verwandelt. Wir wollen ein solches Perpetuum mobile

eines der zweiten Art nennen. Es verneint die freiwillige, d. h. ohne Dazwischenkunft einer freien Energie erfolgende Transformation für alle Arten ruhender Energie, also nicht nur für Wärme von gleicher Temperatur, sondern auch für Elektrizität gleicher Spannung, für Volumenergie gleichen Druckes usw. usw., und läßt sich auch in der Gestalt aussprechen: ein abgeschlossenes Gebilde, das einmal in Ruhe ist, bleibt für immer in Ruhe.

Die Summe unserer energetischen Gesetze läßt sich demgemäß folgendermaßen aussprechen:

Ein Perpetuum mobile der ersten Art ist unmöglich.

Ein Perpetuum mobile der zweiten Art ist unmöglich.

Während in solcher Weise eine vollkommene Ähnlichkeit zwischen den beiden Hauptsätzen zu bestehen scheint, muß doch alsbald auf einen wesentlichen Unterschied hingewiesen werden. Das Perpetuum mobile der ersten Art beruht auf der Unerschaffbarkeit von Energie überhaupt. Neben ihrer Unerschaffbarkeit steht ihre Unvernichtbarkeit, die durch den Satz ausgedrückt wird, daß ihre Gesamtsumme stets dieselbe bleibt. Das Perpetuum mobile der zweiten Art beruht gleichfalls auf einem ganz ähnlichen Satze, daß nämlich die Schaffung freier oder zu Umwandlungen bereiter Energie aus ruhender nicht möglich ist. Dagegen ist die Vernichtung solcher freier Energie, d. h. ihre Umwandlung in ruhende, immer möglich. Jeder Wärmeausgleich durch bloße Leitung ohne anderweite Transformation stellt eine solche Vernichtung arbeitsfähiger Energie dar. Dies ist ja eben der wesentliche Umstand, welcher allem Geschehen seine einseitige Richtung gibt und den fundamentalen Unterschied zwischen Früher und Später entstehen läßt. Der erste Hauptsatz allein würde einen solchen Unterschied nicht ergeben, denn für ihn ist eine Transformation aus A in B ebenso möglich, wie eine aus B in A. Der zweite dagegen sagt, daß wenn die vollständige Umwandlung von A in B möglich ist, jedenfalls die umgekehrte Umwandlung vollständig nicht mehr möglich ist, sondern höchstens teilweise, nämlich insofern und solange noch keine Dissipation stattgefunden hat. Dabei ist noch hinzuzufügen, daß jede

Dissipation mit der Zeit zunimmt, so daß die bloße zeitliche Dauer freier Energie eine Ursache ist, daß sie abnimmt. Als Beispiel mag die freie Energie dienen, welche in den fossilen Kohlen aufgespeichert ist, und welche gegenwärtig fast die gesamte freie Energie liefert, deren die Technik bedarf. Ein gegebenes Kohlenfeld verliert beständig, wenn auch äußerst langsam, von seiner Energie, indem die wasserstoffreiche Kohle langsam in Magerkohle und diese in Anthrazit übergeht. Denn obwohl die Verbrennungswärme pro Gewichtseinheit sich in gewissen Perioden dieser Umwandlung steigert, so nimmt doch dabei das Gesamtgewicht in noch schnellerem Maße ab, so daß der Verbrennungswert des ganzen Lagers immer geringer wird. Ebenso verschwindet die freie Energie, welche durch die geologischen Faktoren, denen wir die Gebirgsbildung verdanken, in den erhobenen Massen angehäuft ist, langsam durch die Wirkung des meteorischen Wassers, welches diese Massen in Gestalt von Gletschern, Bächen und Strömen beständig und einsinnig zu Tal und in das Weltmeer führt; die entsprechende Energiemenge verwandelt sich in Wärme, die sich alsbald zerstreut und dadurch zu weiterer Wirkung unfähig wird.

So sehen wir überall, wohin wir unseren Blick richten, die Dissipation am Werke. Und dieses Werk geht immer in dem gleichen Sinne vor sich, daß es die vorhandenen freien Energien verbraucht.

Wir müssen deshalb auf das bestimmteste aussprechen, daß für die freie Energie ein Erhaltungsgesetz nicht besteht, wie es für die gesamte Energie gilt. Konnten demgemäß die beiden Hauptsätze durch den Begriff des Perpetuum mobile in übereinstimmender Form ausgesprochen werden, so treten sie gegenüber dem Erhaltungsbegriff in einen scharfen Widerspruch. Denn:

Die Menge der gesamten Energie bleibt konstant.
Die Menge der freien Energie nimmt beständig ab.

Achtes Kapitel.

Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen.

52. Neue Zusammenhänge. Wie mehrfach hervorgehoben, besteht zwischen der klassischen Mechanik und dem Dissipationsgesetz insofern ein unbedingter Widerspruch, als in jener ein jeder Vorgang grundsätzlich umkehrbar ist, während das Dissipationsgesetz umgekehrt jeden wirklichen oder natürlichen Vorgang als nicht umkehrbar kennzeichnet und hierdurch ein sehr viel besserer und genauerer Ausdruck der tatsächlichen Verhältnisse ist. Die Ursache, weshalb in der klassischen Mechanik jener wesentliche Teil der Wirklichkeit nicht enthalten ist, liegt in der großen Verwickelung, welche die Dissipation in die mathematische Darstellung der Verhältnisse bringt. Da durch sie bewirkt wird, daß niemals eine Energie sich vollkommen in die andere verwandelt, sondern stets Nebenvorgänge, namentlich in Gestalt von örtlichen Wärmeentwicklungen durch Reibung u. dgl. mit solchen Übergängen verbunden sind, so entspricht der mathematische Ausdruck der maßgebenden Energiegrößen nicht einer Gleichung, sondern einer Ungleichung. Die erwünschten und erzielten Umwandlungen sind niemals vollständig; die Verluste sind durchaus von dem Zustande des Transformators abhängig und stellen sich derart als höchst verwickelte Funktionen vieler Veränderlichen dar.

Die klassische Mechanik hat der Einfachheit wegen von allen diesen Verwickelungen abgesehen und ist dadurch zu ihren einfachen Formeln gelangt. Somit kann sie grundsätzlich nicht zum Ausdrucke der Dissipationserscheinungen benutzt werden, weil sie diese eben von vornherein von ihren Betrachtungen ausgeschaltet hat. Dies einfache Verhältnis war lange Zeit verborgen geblieben und, da gleichzeitig die mechanistische Weltauffassung allgemein verbreitet war, so entstand für deren Vertreter natürlich alsbald die Aufgabe, das Dissipationsgesetz ebenso mit der klassischen Mechanik in Übereinstimmung zu bringen, wie dies

mit dem ersten Hauptsatz leicht geschehen war. Denn da für die mechanischen Energien das Erhaltungsgesetz längst bekannt war und aus den mechanischen Prinzipien unmittelbar abgeleitet werden konnte, so mußte natürlich für eine rein mechanische Welt das Erhaltungsgesetz ohne weiteres gelten.

53. Einführung des Wahrscheinlichkeitsbegriffes. Es ist eine ganz ungewöhnlich große Menge Scharfsinn und Arbeit an dieses Problem gewendet worden, ohne daß man doch sagen könnte, daß es bisher befriedigend gelöst worden wäre. Die geschichtliche Darstellung der Forschungen auf diesem Gebiete könnte allein den Inhalt eines lehrreichen Buches bilden; hier wird es genügen, das Ergebnis, soweit es sich gegenwärtig übersehen läßt, anzugeben. Es beruht in folgendem.

Aus den Gleichungen der reinen Mechanik geht, wie dies ja vorauszusehen war, in keiner Weise etwas dem Dissipationsgesetz ähnliches hervor. Wohl aber ist es möglich, durch Einführung eines neuen, außerhalb der Mechanik liegenden Begriffes, nämlich der Wahrscheinlichkeit, zu einer mechanischen Abbildung oder Darstellung der Dissipationserscheinungen zu gelangen.

Die Einführung dieses Gedankens ist durch Clerk Maxwell bewirkt worden, der ihn gelegentlich seiner Forschungen über die kinetische Theorie der Gase fand. Nachdem diese nämlich aufgestellt worden war und die ersten Ansätze zu einer Berechnung der Geschwindigkeiten geführt hatten, die man den Molekeln der Gase erteilen müßte, damit sie durch ihre Stöße den Druck ausübten, den man tatsächlich an den Gasen beobachtet, ergaben sich diese unter gewöhnlichen Umständen, z. B. bei der atmosphärischen Luft, als sehr groß, ein Kilometer in wenigen Sekunden. Dies wurde alsbald als ein Widerspruch gegen die Erfahrung geltend gemacht, da, wenn etwa Schwefelwasserstoff in einer Ecke eines großen Raumes entwickelt wird, der Geruch sich keineswegs in einem Bruchteil einer Sekunde durch den ganzen Raum verbreitet, wie dies geschehen müßte, wenn die Molekeln mit solcher Geschwindigkeit durch den Raum flögen, sondern eine

unverhältnismäßig viel längere Zeit dazu braucht. Clausius wurde dadurch veranlaßt, die Art der Bewegung der Gasmolekeln genauer zu untersuchen, und fand, daß bei naheliegenden und wahrscheinlichen Annahmen über die Größe der Molekeln (d. h. den Anteil des Gesamtraumes, den sie nach Art der festen Körper ausfüllen) die geradlinigen Wege, die sie zurücklegen können, ohne auf andere Molekeln zu stoßen und durch diese abgelenkt zu werden, äußerst kurz, nämlich in der Nähe der mikroskopischen Sichtbarkeit sind. Statt der langen, geradlinigen Wege, welche jene Gegner vorausgesetzt hatten, finden unregelmäßige Zickzackwege statt, auf welchen sich die Molekel nur sehr langsam von ihrem augenblicklichen Orte entfernen können, da sie nach allen Richtungen liegen, also ebensogut rückwärts wie vorwärts führen. Es sind dies dieselben Bewegungen, welche bei etwas größeren Teilchen als Brownsche Bewegung (S. 95) sichtbar werden.

Maxwell vertiefte diese Analyse noch erheblich, indem er darauf hinwies, daß auch die individuellen Geschwindigkeiten, mit denen die geradlinigen Anteile dieser Zickzackwege zurückgelegt werden, durchaus nicht jener berechneten Geschwindigkeit gleich zu sein brauchen, sondern daß je nach Art der Zusammenstöße Beschleunigungen und Verzögerungen eintreten werden, welche schließlich eine gewisse Verteilung aller möglichen Geschwindigkeiten zuwege bringen müssen, bei welcher jene Hauptgeschwindigkeit innerhalb gewisser Grenzen am häufigsten vertreten sein wird, während die abweichenden größeren wie kleineren Geschwindigkeiten um so seltener vorkommen werden, je weiter sie von jenem Haupt- oder Mittelwert abliegen. Für diese Abweichungen stellte er schließlich dasselbe Gesetz auf, welches von Gauß für die Verteilung der „zufälligen“ Abweichungen gleichartiger Messungen von dem richtigen Mittelwert unter gewissen Voraussetzungen gefunden worden war.

54. Wahrscheinlichkeit und Entropie. Diese Einführung der Wahrscheinlichkeitsrechnung in die Mechanik der Atome war nun der entscheidende Schritt, welcher den Anschluß des Dissipationsgesetzes an die klassische Mechanik er-

möglicht hat. Auf diesem Wege hat insbesondere Boltzmann durch höchst scharfsinnige Untersuchungen gezeigt, daß man zu einer weitgehenden Parallelisierung des Wahrscheinlichkeitsbegriffes mit dem der Entropie gelangen kann. Ebenso wie ein jedes komplexe Gebilde einem Zustande zustrebt, bei welchem seine Entropie ein Maximum ist, so kann man sagen, daß es einem Zustande zustrebt, welcher von allen möglichen Zuständen der wahrscheinlichste ist. Denn das Wahrscheinlichste ist eben das Wirkliche. (nein, so ist das nicht gemeint *)

So überzeugend dieser Schluß auf den ersten Blick aussieht, so schwierig gestaltet er sich bei genauerer Untersuchung. Schon die Wahrscheinlichkeitstheorie selbst leidet unter solchen Schwierigkeiten, die sich im vorliegenden Falle noch vervielfachen. Sie liegen wesentlich in der Frage, ob die mathematisch berechnete Wahrscheinlichkeit auch die physische ist. Eine der letzten wissenschaftlichen Arbeiten, mit denen sich William Thomson (damals schon lange Lord Kelvin) beschäftigt hat, bestand darin, daß er den Zustand eines Gebildes von der Art, wie es gemäß der kinetischen Theorie ein Gas sein soll (unter gewissen rationellen Vereinfachungen, um die Rechnung zu erleichtern), rechnerisch untersuchte, wie er sich aus einem gegebenen Anfangszustande heraus gestaltete. Gemäß der Theorie sollte eine immer weiter gehende Annäherung an den „Maxwellschen Zustand", d. h. die Geschwindigkeitsverteilung nach dem Gaußschen Gesetz eintreten. Trotzdem er aber die Rechnung bis an die Grenzen der Möglichkeit verfolgte und verfolgen ließ, konnte er von einer solchen Annäherung nichts ausfindig machen. Es scheint also ein solches Gebilde ebensowenig, wie es aus dem Maxwellschen Zustande heraus gelangen kann, wenn es einmal darin ist, in diesen Zustand hinein gelangen zu können, wenn es noch nicht darin war. Die unbedingte Umkehrbarkeit der rein mechanischen Erscheinungen gibt einer solchen Vermutung ein sehr erhebliches Gewicht.

55. Boltzmanns Stellungnahme. So sehen wir denn auch Boltzmann, den eifrigsten und erfolgreichsten Vertreter dieses

*) vgl. Weber u. Gans, Report. d. Physik I 2, S. 549.
auch v. Lane, Statistik (in: Handwört. d. Nat. IX, 492, bes. 496

Gedankens, im Laufe der Zeit immer resignierter bezüglich seiner Durchführbarkeit werden. Nachstehend gebe ich seine hierauf bezüglichen Äußerungen aus dem Jahre 1904, wenige Jahre vor seinem tragischen Ende, ausführlich wieder.

„Da in den Differentialgleichungen der Mechanik selbst absolut nichts dem zweiten Hauptsatze Analoges existiert, so kann derselbe nur durch Annahme über die Anfangsbedingungen mechanisch dargestellt werden. Um die hierzu tauglichen Annahmen zu finden, müssen wir bedenken, daß wir behufs Erklärung kontinuierlich scheinender Körper voraussetzen müssen, daß von jeder Gattung von Atomen, oder allgemeiner, mechanischen Individuen außerordentlich viele in den mannigfaltigsten Anfangslagen befindliche vorhanden sein müssen. Um diese Annahme mathematisch zu behandeln, wurde eine eigene Wissenschaft erfunden, welche nicht die Aufgabe hat, die Bewegungen eines einzelnen mechanischen Systems, sondern die Eigenschaften eines Komplexes sehr vieler mechanischer Systeme zu finden, die von den mannigfaltigsten Anfangsbedingungen ausgehen. Das Verdienst, diese Wissenschaft in ein System gebracht, in einem größeren Buche dargestellt und ihr einen charakteristischen Namen gegeben zu haben, gebührt einem der größten amerikanischen Gelehrten, was reines abstraktes Denken, rein theoretische Forschung anbelangt, vielleicht dem größten, Willard Gibbs, dem kürzlich verstorbenen Professor von Yale College. Er nannte diese Wissenschaft die statistische Mechanik. Sie zerfällt in zwei Teile. Der erstere untersucht die Bedingungen, unter welchen sich die äußerlich bemerkbaren Eigenschaften eines Komplexes sehr vieler mechanischer Individuen gar nicht ändern, trotz lebhafter Bewegung der Individuen, diesen ersten Teil möchte ich die statistische Statik nennen. Der zweite Teil berechnet die allmählichen Änderungen dieser äußerlich sichtbaren Eigenschaften, wenn jene Bedingung nicht erfüllt ist. Er mag die statistische Dynamik heißen. Auf die weite Perspektive, welche sich uns eröffnet, wenn wir an eine Anwendung dieser Wissenschaft auf die Statistik der belebten Wesen, der menschlichen Gesellschaft, der Soziologie usw., und

nicht bloß auf mechanische Körperchen denken, mag hier nur mit einem Worte hingewiesen werden.

Eine Entwicklung der Details dieser Wissenschaft wäre nur an der Hand mathematischer Formeln in einer Reihe von Vorlesungen möglich. Sie ist, abgesehen von mathematischen, auch nicht frei von prinzipiellen Schwierigkeiten. Sie basiert nämlich auf der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Nun ist diese zwar ebenso exakt, wie jede andere Mathematik, sobald der Begriff der gleichen Wahrscheinlichkeit gegeben ist. Aber dieser kann als Fundamentalbegriff nicht wieder abgeleitet werden, sondern ist als gegeben zu betrachten. Es geht hier so, wie bei den Formeln der Methode der kleinsten Quadrate, welche sich auch nur unter bestimmten Annahmen über die gleiche Wahrscheinlichkeit von Elementarfehlern einwurfsfrei ergeben. Aus diesen prinzipiellen Schwierigkeiten erklärt es sich, daß selbst das einfachste Resultat der statistischen Statik, der Beweis des Maxwellschen Geschwindigkeitsgesetzes unter Gasmolekülen, noch immer bestritten wird.

Die Lehrsätze der statistischen Mechanik sind strenge Folgen der gemachten Annahmen und werden immer wahr bleiben, wie alle wohlbegründeten mathematischen Lehrsätze. Ihre Anwendung auf das Naturgeschehen aber ist das Prototyp einer physikalischen Hypothese. Gehen wir nämlich von den einfachsten Grundannahmen über die gleiche Wahrscheinlichkeit aus, so finden wir für das Verhalten von Aggregaten sehr vieler Individuen ganz analoge Gesetze, wie sie die Erfahrung für das Verhalten der materiellen Welt zeigt. Progressive oder drehende sichtbare Bewegung muß immer mehr in unsichtbare Bewegung der kleinsten Teilchen, in Wärmebewegung übergehen, wie Helmholtz charakteristisch sagt: Geordnete Bewegung geht immer mehr in ungeordnete über; die Mischung der verschiedenen Stoffe sowie der verschiedenen Temperaturen, der Stellen mehr oder minder lebhafter Molekularbewegung, muß eine immer gleichförmigere werden. Daß diese Mischung nicht schon von Anfang eine vollständige war, daß die Welt vielmehr von einem sehr unwahrscheinlichen Anfangszustande ausging, das kann man zu den fundamen-

talen Hypothesen der ganzen Theorie zählen, und man kann sagen, daß der Grund davon ebensowenig bekannt ist, wie überhaupt der Grund, warum die Welt gerade so und nicht anders ist. Aber man kann auch noch einen anderen Standpunkt einnehmen. Zustände großer Entmischung, respektive großer Temperaturunterschiede sind nach der Theorie nicht absolut unmöglich, sondern nur äußerst unwahrscheinlich, allerdings in einem geradezu unfaßbar hohen Grade. Wenn wir uns daher die Welt nur als groß genug denken, so werden nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung daselbst bald da, bald dort Stellen von den Dimensionen des Fixsternhimmels mit ganz unwahrscheinlicher Zustandsverteilung auftreten. Sowohl bei ihrer Bildung, als auch bei ihrer Auflösung wird der zeitliche Verlauf ein einseitiger sein. Wenn sich also denkende Wesen an einer solchen Stelle befinden, so müssen sie von der Zeit genau denselben Eindruck gewinnen, den wir haben, obwohl der zeitliche Verlauf für das Universum als Ganzes kein einseitiger ist. Die hier entwickelte Theorie geht zwar kühn über die Erfahrung hinaus, aber sie hat gerade die Eigenschaft, welche jede derartige Theorie haben soll, indem sie uns die Erfahrungstatsachen in ganz neuartiger Beleuchtung zeigt und zu weiterem Nachdenken und Forschen anregt. Im Gegensatz zum ersten Hauptsatze erscheint nämlich der zweite als bloßer Wahrscheinlichkeitssatz, wie es Gibbs schon in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ausgesprochen hat.

Ich bin hier philosophischen Fragen nicht aus dem Wege gegangen, in der festen Hoffnung, daß ein einmütiges Zusammenwirken der Philosophie und Naturwissenschaft jeder dieser Wissenschaften neue Nahrung zuführen wird, ja, daß man nur auf diesem Wege zu einem wahrhaft konsequenten Gedankenausdruck gelangen kann. Wenn Schiller zu den Naturforschern und Philosophen seiner Zeit sagt: „Feindschaft sei zwischen euch, noch kommt das Bündnis zu frühe“, so stehe ich nicht mit ihm in Widerspruch, ich glaube eben, daß jetzt die Zeit für das Bündnis gekommen ist.“

Wie man sieht, versucht auch Boltzmann auf seine Weise

dem Weltuntergang zu entgehen und gleichzeitig für die Welt einen Anfang zu gewinnen, indem er den Wahrscheinkeitsbegriff für beide Zwecke benutzt. Allerdings beschränkt sich der gewonnene Trost auf eine äußerst unwahrscheinliche Möglichkeit, hat also nicht eben große Kraft. Die für unser Gefühl im Vordergrunde stehende Hauptsache, wie es nämlich mit der Dauerhaftigkeit der speziell menschlichen Kultur steht, findet bei der formalen Beschaffenheit des Grundbegriffes der Wahrscheinlichkeit keinerlei Antwort und die ganze Betrachtung gibt jedenfalls keinen Ausweg, ja keine Aussicht, den Schlüssen zu entgehen, mit denen das konkrete Dissipationsgesetz, wie wir es ganz allgemein als für die irdischen Vorgänge maßgebend gefunden haben, unser menschliches Schicksal zu einem endlichen Zeitphänomen macht.

Zweiter Teil.
Anwendungen.

Neuntes Kapitel.
Abrechnung mit den Geisteswissenschaften.

56. Die Tendenz des Lebens. Wenn wir die vorangegangenen Betrachtungen zusammenfassen, so stehen wir vor der ganz allgemeinen Tatsache, daß alle Geschehnisse der Welt in einer gewissen Richtung verlaufen, welche wenigstens für das Gebiet von Zeit und Raum, in welchem menschliches Leben und menschliche Betätigung denkbar sind, stets diesen gleichen Sinn innehalten wird und muß. Dieser Richtungssinn ist dahin gekennzeichnet, daß er zu einer unaufhörlichen Verminderung der vorhandenen freien oder arbeitsbereiten Energie führt. Wir kennen keinen einzigen Vorgang, der im entgegengesetzten Sinne jemals stattgefunden hätte, und daher ist unser Zeitbegriff mit dem unverwechselbaren Gegensatz zwischen Früher und Später behaftet, demzufolge niemals irgendein Geschehnis vollkommen umgekehrt werden oder ungeschehen gemacht werden kann.

In dieser Reihe von Geschehnissen bildet auch der Mensch ein Glied mit ganz den gleichen Grundeigenschaften. Alles, was ihn umgibt, unterliegt diesem Gesetz des einseitigen Ablaufes und auch sein eigenes Leben ist, sogar in gesteigertem Maße, dem gleichen Gesetz unterworfen. Denn er wird zudem immer älter und erfährt in seinem Organismus dadurch eine gleichfalls einseitige Änderung biologischer Art, von der das Anorganische frei ist oder doch frei zu sein scheint. Ein Diamant, der so behandelt wird, wie man gewöhnlich ein kostbares Schmuckstück

behandelt, erfährt in vielen Menschenaltern keine einseitige Veränderung in einem Umfange, der sich irgendwie experimentell nachweisen ließe. Allerdings sind wir aus allgemeinen Gründen der Meinung, daß er schließlich auch durch Reiben und durch Oxydation Substanzverluste erfährt; dies ist aber nur eine Annahme, die wir nach dem Gesetz der Stetigkeit machen, und nicht das Ergebnis einer unmittelbaren Messung. Menschen (und die übrigen Lebewesen) verhalten sich aber außerdem so, daß selbst bei Abwesenheit schädigender Umstände die Lebensfähigkeit sich durch den bloßen Einfluß der Zeit vermindert und schließlich ganz aufhört.

Hierdurch entsteht der Begriff des Wertes. Wenn wir die Möglichkeit hätten, alle Geschehnisse ebensogut im entgegengesetzten Sinne laufen zu lassen, wie sie vorwärts oder vielmehr abwärts laufen, so hätten wir zunächst die Möglichkeit eines ewigen Lebens, denn wir brauchten es ja nur in irgendeinem Augenblicke umzukehren, um wieder beliebig jünger zu werden und es immer wieder von neuem anzufangen. Und wir brauchten uns vor keiner Schädigung in acht zu nehmen, wir brauchten uns nicht um besondere Vorteile zu bemühen, denn wenn uns irgendein Verlauf unserer Existenz nicht gefällt, brauchten wir ihn ja nur umzukehren, bis wir in einen früheren Zustand gekommen sind, von dem aus wir die Sache wieder in verbessertem Sinne anfangen könnten. Das Leben würde, mit einem Worte, richtungslos werden und ebensowenig darauf drängen, daß die Dinge gerade in einer bestimmten Weise geschähen, wie das Sandkorn am Strande des Meeres darauf drängt, daß es ans Ufer geworfen und nicht in die Tiefe zurückgerollt wird.

57. Die Bedeutung des Dissipationsgesetzes. Die Ursache also, daß dieses alles anders ist, daß wir niemals etwas Übles gut machen können, das wir einmal angerichtet haben, daß ein jeder von uns sein Leben nur einmal und nicht wieder durchmessen kann, und daß daher ein jeder Mensch und ein jedes Lebewesen eine bestimmte Richtung und Tendenz in allen seinen Betätigungen hat, derzufolge alle Geschehnisse, soweit sie beein-

flußbar sind, tunlichst im Sinne bester Erhaltungs- und Förderungsmäßigkeit bezüglich unseres Lebens beeinflußt werden müssen, die Ursache dieser ganz wesentlichen Beschaffenheit unserer Existenz liegt im Dissipationsgesetz. Dadurch, daß wir den Einfluß dieses Gesetzes auf alles Geschehen, das uns irgendwie angeht, studieren, werden wir den allgemeinsten und umfassendsten Überblick über das erhalten, was wir tun und lassen sollen, was wir zu erstreben und zu vermeiden haben.

Dies ist ein Ergebnis von allergrößter Merkwürdigkeit. Wir könnten es verständlich finden, daß, wenn wir irgendwelche Grundgesetze des Lebens oder des Geistes erkannt haben, diese Gesetze den geschilderten Einfluß ausüben müßten. Denn das Leben ist eben die Besonderheit der Lebewesen und der Geist die der Menschen, und ihre Gesetze müssen unser Verhalten als Lebewesen und als denkende Wesen bestimmen. Daß aber bereits im Gebiete des rein Anorganischen ein Gesetz besteht, welches in derart einschneidender Weise Leben und Geist bestimmt, wie wir dies eben schon bei dem ersten Blick in die Folgen des Dissipationsgesetzes erkannt haben, scheint in solchem Widerspruche mit dem Gewohnten und zu Erwartenden zu stehen, daß wir uns die Frage beantworten müssen, woher das rühren kann.

Die Antwort ist, daß dies Dissipationsgesetz in solcher Beziehung nicht verschieden ist von den anderen großen und allgemeinen Gesetzen, welche in ihren Rahmen sowohl die anorganischen wie die organischen Wesen fassen. Auch das Gesetz von der Erhaltung der Energie bestimmt die Eigenschaften der Lebewesen nicht weniger, als die der Kristalle, und wenn der erschöpfte Schiffbrüchige in die Tiefe versinkt, weil seine Hand nicht mehr die rettende Planke halten kann, so ist dafür das Naturgesetz maßgebend, daß es nicht möglich ist, Energie aus Nichts zu schaffen und daher nach dem Verbrauch der chemischen Energie in den Muskeln die bisherige Zusammenziehung derselben aufhören muß. Und wenn sein spezifisches Gewicht gleich dem der Planke wäre, so brauchte er sich überhaupt nicht an ihr festzuhalten, sondern würde auf der Oberfläche des Wassers

schwimmen bleiben. Also auch die anderen Naturgesetze greifen überall in unser Leben ein und bestimmen zuweilen durch ganz geringe Verschiedenheiten das Ja und Nein unserer Existenz. Der Unterschied ist nur der, daß wir den Einfluß der anderen Gesetze auf unseren Zustand und unsere Schicksale bereits in großem Umfange uns zum Bewußtsein gebracht haben, entsprechend der Dauer, während der wir Kenntnis von diesen Gesetzen haben und sie bewußt auf unsere Verhältnisse anwenden. Von jenen großen Gesetzen ist das Gesetz von der Erhaltung der Energie das jüngste, und tatsächlich lassen sich noch heute in manchen Gebieten unseres Lebens Einrichtungen und Gebräuche nachweisen, die seinerzeit ohne Kenntnis dieses Gesetzes und unter Mißachtung der entsprechenden Notwendigkeiten geschaffen worden sind und noch gemäß dem geistigen Trägheitsgesetze fortbestehen. Solche Dinge finden sich namentlich in unserem Rechts- und Schulwesen und ich habe oft genug Gelegenheit genommen, auf derartige atavistische Erscheinungen hinzuweisen[1]).

Aber noch unvergleichlich viel weniger bekannt in seiner allgemeinen Anwendung als das Erhaltungsgesetz ist das Dissipationsgesetz der Energie; vielleicht, weil alsbald die erste Anwendung dieses Gesetzes auf die allgemeinen Geschehnisse zu so erschütternden, ja umwälzenden Folgerungen führte, daß man sich vor weiterem Gebrauch dieses gefährlichen Werkzeuges fürchtete. Aber schließlich liegt die Gefahr nicht in der Untersuchung der Folgen des Gesetzes, als vielmehr in der Vernachlässigung einer solchen Untersuchung. Denn nur die genaue Kenntnis der Bedeutung und des Einflusses einer solchen allgemeinen Beziehung kann uns vor Mißgriffen und Versäumnissen schützen, die unter Umständen unsere ganze Existenz auf das Spiel setzen können.

Wir werden uns also sagen müssen: gerade weil das Dissipationsgesetz diesen ganz einschneidenden Einfluß auf alles Ge-

---

[1]) Vgl. meine Bücher: Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaft, Leipzig, Klinkhardt 1909 und Die Energie, Leipzig, J. A. Barth 1908.

schehen, also auch auf unser eigenes Leben hat, ist es nicht nur eine wissenschaftliche, sondern eine äußerst dringende praktische Angelegenheit, die Beschaffenheit dieses Einflusses so allseitig wie möglich kennen zu lernen. Im anorganischen Gebiete ist dies in einem ziemlich weiten Umfange geschehen: das Dissipationsgesetz und sein idealer Grenzfall, die man als zweiten Hauptsatz der Energetik zusammenfaßt, haben eine unübersehbare Fülle von neuen Erkenntnissen in die Physik und Chemie gebracht. Aber die Anwendung dieses Gesetzes auf das Leben und auf menschliche Verhältnisse ist noch viel mehr vernachlässigt geblieben, als dies bezüglich des ersten Hauptsatzes bereits zu beklagen war; daher haben schon die ersten Ergebnisse einer solchen Anwendung die oben gekennzeichnete überraschende Beschaffenheit aufgewiesen.

58. Verhältnis zu den Geisteswissenschaften. Die Arbeit, welche bezüglich der Einführung des Dissipationsgesetzes in den Gesamtbestand der wissenschaftlichen Weltanschauung bevorsteht, ist eine doppelte. Auf der einen Seite handelt es sich um die einfache positive Arbeit der Darlegung der Gesichtspunkte, welche sich aus der Anwendung jenes allgemeinen Gesetzes auf sämtliche Wissenschaften ergeben, die in dem System (s. w. u.) auf die physischen oder energetischen Wissenschaften folgen, innerhalb deren das Gesetz ja entstanden ist und seine ersten Anwendungen gefunden hat. Dies sind die gesamten biologischen Wissenschaften, von der Physiologie durch die Psychologie bis zur Kulturwissenschaft und zur Geniologie oder Lehre vom ausgezeichneten Menschen. Andererseits aber ist noch darum besondere Arbeit zu leisten, weil ein großer Teil dieser vom Dissipationsgesetz beeinflußten Wissenschaften nach alter Tradition zu den „Geisteswissenschaften“ gerechnet und dadurch zu den Naturwissenschaften in einen prinzipiellen Gegensatz gebracht wird. Die Geisteswissenschaften erweisen sich nämlich als einzelne Gebiete der allgemeinen Kulturwissenschaft, der reinen sowie der angewendeten. Daß nun für die Geisteswissenschaften ein zunächst rein physikalisches Gesetz, das von der Dissipation der Energie,

nicht nur gültig, sondern auch in weitem Sinne maßgebend werden soll, erscheint den meisten bisherigen Vertretern dieser Gebiete als eine solche Ungeheuerlichkeit, daß wir uns von dieser Seite auf eine energische Befehdung des neuen Gedankens, die sich voraussichtlich nicht auf eine bloße stillschweigende Ablehnung wird beschränken können, gefaßt machen müssen.

Es hat nämlich schon der immer wieder von neuem aufgetretene Gedanke, die Methoden der Naturwissenschaften, welche auf ihrem Gebiete so erstaunliche und sichere Erfolge gezeitigt haben, auf die Geisteswissenschaften zu übertragen, den heftigsten Protest der bisherigen Vertreter dieser Disziplinen hervorgerufen. Und um diesem Protest einen besseren Nachdruck zu geben, hat man sich dann auf dieser Seite angestrengtest bemüht, an den Geisteswissenschaften jenen besondern und mit den Naturwissenschaften unvergleichlichen Charakter zu entdecken, welcher eine derartige Invasion als ein unmethodisches und zu nichts führendes Verfahren kennzeichnen soll. Hat es sich nun bei der bisherigen Diskussion über diese Frage um ein mehr akademisches Geplänkel hin und her gehandelt, da doch bisher naturwissenschaftliches Denken nur in verhältnismäßig sekundärer Weise in die Geisteswissenschaften zu übertragen versucht worden ist, so geht es in dem vorliegenden Fall, wie sich ganz unzweideutig aus dem bisher Dargelegten ja schon erkennen läßt, durchaus auf das Ganze. Die Physik erhebt den unverhüllten Anspruch, ihr Dissipationsgesetz als maßgebenden Gesichtspunkt in die gesamte Beurteilung geisteswissenschaftlicher Vorgänge einzuführen.

Das ist ein so grundstürzendes Vorgehen, daß für den Vertreter dieses Gedankens die Notwendigkeit dringend wird, zunächst einmal das auf Grenzgebieten zwischen den Naturwissenschaften und Geisteswissenschaften aufgewucherte Gestrüpp zu beseitigen, ehe an den klaren und reinen Aufbau der neuen Gedankengebilde gedacht werden kann.

Daß die Geisteswissenschaften als eine Gruppe von Wissenschaften besonderer Art den Naturwissenschaften gegenüber auftreten, rührt zunächst geschichtlich daher, daß sie sehr viel älter

sind als diese. Während beispielsweise schon die indischen Gelehrten und ebenso die griechischen Grammatiker die Beschaffenheit der Sprache zum Gegenstande eingehender Untersuchungen gemacht haben, während geschichtliche Darstellungen, wenn auch zunächst im Chronik- und Anekdotenstil, ebenfalls durch eine Reihe von Jahrtausenden üblich und geläufig gewesen waren, ist die Naturwissenschaft im modernen Sinne eine sehr neue Erscheinung. Ihr Alter ist auf nicht mehr als etwa vierhundert Jahre anzusetzen; zudem hat sie in den ersten drei Jahrhunderten ihrer Entwicklung nur verhältnismäßig langsame Fortschritte gemacht. Erst das letzte, das neunzehnte Jahrhundert ist das naturwissenschaftliche Jahrhundert im eigentlichsten Sinne geworden, erst seit dieser verschwindend kleinen Spanne Zeit (gemessen an den Maßstäben der gesamten Kulturentwicklung der Menschheit) ist das Verfahren der Forschung, welches man die naturwissenschaftliche Methode nennt, entwickelt worden und hat seine Fähigkeit und Gewalt zeigen können. So treten die Naturwissenschaften mit ihren Gedanken und Methoden als Emporkömmlinge, als junge Usurpatoren einem durch Alter anscheinend längst ehrwürdig und unangreifbar gewordenen Bestand gegenüber. Sie bewirken demgemäß vollkommen natürlich und notwendig alle die Reaktionen, welche derartige jugendliche Revolutionäre bei den Vertretern des „bewährten Alten" unvermeidlich auslösen müssen.

Da man nun den Erfolg der naturwissenschaftlichen Methoden auf ihrem eigenen Gebiet nicht leugnen konnte, so lag es im Interesse derjenigen, welche die alte Technik der Geisteswissenschaften handhabten und bezüglich der naturwissenschaftlichen Methodik sich als Laien erkennen mußten, durchaus nahe, zunächst einmal das Eindringen jenes unbequemen Gegners dadurch unmöglich zu machen, daß man zwischen den beiden Gebieten, dem der Naturwissenschaften und dem der Geisteswissenschaften unüberschreitbare Grenzscheiden aufrichtete. So ist insbesondere unsere Zeit auf den verschiedensten Gebieten von solchen Grenzstreitigkeiten erfüllt. Vielen werden die heftigen Kämpfe im Gedächtnis sein, durch welche Karl Lamprecht die Anwendung

psychologischer und biogenetischer Begriffe und Gesetze auf die Gesamtauffassung der geschichtlichen Entwicklung durchzusetzen hatte. Bei dieser Gelegenheit sind auch alle diejenigen Gesichtspunkte zur Geltung gebracht worden, welche von den Vertretern der alten Geisteswissenschaften benutzt worden sind, um ihr Gebiet gegen den neuen Geist zu verteidigen.

Niemals aber ist dieser neue Geist so gewaltsam und anspruchsvoll aufgetreten wie hier mit der Behauptung, daß das Dissipationsgesetz die Grundlage alles Wollens, Wählens und Wertens, somit alles historischen Geschehens sei.

59. Die Isolierungsversuche der Geisteswissenschaften. Um die Wesensverschiedenheit der Geisteswissenschaften, insbesondere der Geschichte, von den Naturwissenschaften nachzuweisen, ist zunächst die Behauptung aufgestellt worden, daß es sich in beiden Gebieten um zwei ganz und gar verschiedenartige Probleme handle. Die Naturwissenschaften sollen dadurch gekennzeichnet sein, daß sie Gesetze aufstellen und deren Richtigkeit innerhalb des Gebietes, für welches sie gelten sollen, nachweisen. Sie seien also die eigentlichen „Gesetzeswissenschaften". Die geschichtlichenWissenschaften dagegen hätten die Beschaffenheit, daß sie nur einzelne Tatsachen konstatieren und aufzeichnen, und daß es sich wegen der Unmöglichkeit, daß irgendein geschichtlicher Verlauf sich in gleicher Weise an anderer Stelle von neuem abspielt, unter allen Umständen in der Geschichte um derart isolierte Einzelphänomene handeln müsse. Die Geschichte könne also nur solche Einzeltatsachen erforschen und aufzeichnen, könne aber auf keine Weise zu irgendwelchen Aufstellungen gesetzmäßiger Verhältnisse gelangen.

Gegen diese Auffassung läßt sich alsbald geltend machen, daß ebenso wie die geschichtlichen Ereignisse unbedingte Individuen sind, so auch diejenigen Vorgänge und Verhältnisse, die den Gegenstand naturwissenschaftlicher Betrachtung bilden. Ob es sich um irgendwelche Eigenschaften bestimmter Stoffe, um physikalische Vorgänge, um biologische Erscheinungen oder irgend etwas anderes im Gebiete der unbelebten wie belebten Natur handle,

immer und ohne Ausnahme wird die einzelne Erscheinung, die der Forscher untersucht, ein unbedingtes Individuum sein, und es wird niemals möglich sein, das Objekt oder den Vorgang unter absolut denselben Verhältnissen später einmal wieder zu erleben und zu untersuchen, wie sie das erstemal dem Studium unterworfen worden waren. Tatsächlich besteht ja unser gesamtes Erleben aus lauter untereinander verschiedenen Stücken, und wenn wir von der Gesamtheit alles Seins und Werdens etwas genau wissen, so ist es die Tatsache, daß niemals ein Stück konkreten Seins und Werdens einem andern vollkommen gleich sein kann. Also in dieser Beziehung sind die Objekte der Naturwissenschaften von den Objekten der Geisteswissenschaften und insbesondere der Geschichte ganz und gar nicht verschieden. Die Naturwissenschaften verhalten sich dieser unbegrenzten Mannigfaltigkeit ihrer Objekte gegenüber abstrahierend, indem sie von den Verschiedenheiten absehen, auf die bei der vorliegenden Untersuchung kein Gewicht gelegt wird, und dagegen die Gleichheiten betrachten, welche nach dem Absehen oder Abstrahieren von solchen Verschiedenheiten übrig bleiben. Die Gesetze beispielsweise der elektrischen Stromleitung kann man an jedem beliebigen metallischen Leiter, jedem beliebigen Elektromotor und jedem beliebigen Strommesser studieren. In dieser Beziehung liegt eine mehrfache Reihe von unbegrenzten Mannigfaltigkeiten vor. Es ist nur erforderlich, elektrische Ströme unter der Wirkung verschiedener Widerstände messend zu untersuchen, und man kann in jedem einzelnen Falle das betreffende Gesetz, das bekannte Ohmsche Stromgesetz eruieren. Ebenso wird niemals eine Schwefelstufe irgendeiner andern Schwefelstufe, sei sie in der Natur gefunden oder künstlich hergestellt, vollkommen gleich sein; nichtsdestoweniger werden die spezifischen Eigenschaften des Schwefels, die physikalischen ebenso wie die chemischen, an jeder dieser Stufen sich in dem ganzen Umfang und mit der ganzen Genauigkeit feststellen lassen, deren die messende Wissenschaft fähig ist.

In ganz derselben Weise hat sich nun die Wissenschaft auch gegenüber den anderen Erscheinungen zu verhalten, die man ge-

wöhnlich zum Gegenstand der geschichtlichen Untersuchung macht, nämlich den kulturellen, politischen und sonstigen sozialen Phänomenen. Auch hier ist die Annahme berechtigt, daß die verschiedenen Einzelerscheinungen, die in gewissen allgemeinen Beziehungen Ähnlichkeit haben, durch sachgemäßes Abstrahieren von den vorhandenen Verschiedenheiten und Hervorheben der übereinstimmenden Elemente zu der Erkenntnis von Gesetzen führen werden, welche dann in jedem einzelnen analogen geschichtlichen Ereignisse ebenso zur Geltung kommen werden, wie die gesetzmäßigen Eigenschaften des Schwefels an jedem beliebigen Stück dieses Stoffes. Nehmen wir als Beispiel etwa die Notwendigkeit einer bestimmten Stufenreihe der geistigen Entwicklung, welche sich bei allen Völkern historisch darstellt, so daß die aufeinanderfolgenden Stufen zwar sehr verschiedenartige Zeiträume für ihre Durchmessung in Anspruch nehmen können, daß aber niemals das eine Volk etwa die Stufen in der Reihenfolge a, b, c, d, und das andere dieselben Stufen in der Reihenfolge a, d, c, b zurücklegen kann. So werden wir auch für die verwickeltsten Erscheinungen der Kulturwissenschaft oder gar der Geniologie das Vorhandensein von Gesetzmäßigkeiten wenigstens als möglich anerkennen können, wenn wir eben, wie das in den Naturwissenschaften schon längst geschieht, den Irrtum aufgeben, als sei es Aufgabe der Wissenschaft, den individuellen Fall vorwiegend nach der Richtung derjenigen Besonderheiten zu untersuchen, die ihn vor allen anderen unterscheiden, statt die Aufmerksamkeit dahin zu richten, herauszubekommen, in welcher Beziehung die verschiedenen individuellen Fälle übereinstimmen. Dann werden wir auch den Zusammenhang dieser übereinstimmenden Elemente in Gestalt eines Gesetzes auszusprechen vermögen.

Allerdings muß man zugestehen, daß jene alten Geisteswissenschaften auf diesen Standpunkt der wissenschaftlichen Auffassung ihrer Probleme überall noch nicht gelangt sind. Der leidenschaftliche Eifer, mit dem insbesondere in der Geschichte das Vorhandensein historischer Gesetze als grundsätzlich unmöglich in Abrede gestellt wurde, beruhte auf der Erkenntnis, daß

man nach den alten Forschungs- und Denkmethoden eben an der Möglichkeit, Gesetze zu finden, konsequent vorbeigegangen war. Es ist niemandem angenehm, einer derartigen Kurzsichtigkeit überführt zu werden, und es ist daher eine vollkommen natürliche phychologische Reaktion, wenn auf den Nachweis eines derartigen Mangels zunächst die Reaktion erfolgte, daß man die Möglichkeit, dasjenige zu tun, was zu versäumen einem zum Vorwurf gereichte, von vornherein und grundsätzlich in Abrede stellte.

So werden wir in der Reaktion der Geisteswissenschaften gegen das Eindringen des naturwissenschaftlichen Denkens nur die typische Erscheinung zu erkennen haben, welche jedesmal bei einer durchgreifenden Erweiterung des Gesichtskreises in irgendeinem Gebiet menschlicher Betätigung einzutreten pflegt. Ob es sich um politische oder soziale, um wissenschaftliche oder technishce Reformen handelt, immer wird es eine Gruppe von Vertretern des Alten geben, welche die Reform für unmöglich erklären und leidenschaftlich bekämpfen.

60. Die Willenswissenschaften. Es ist bei dem eben geschilderten Vorgang interessant zu beobachten, wie die Geisteswissenschaften bei der Verteidigung ihrer unhaltbaren Position sich ebenso verhalten haben, wie man das von dem Einfluß des sagenhaften Schlangenblickes auf das zu verschlingende Opfer, den erschrockenen Vogel, erzählt. Sie haben sich nämlich durch die Art und Weise, wie sie ihre Selbständigkeit zu bewahren gesucht, immer mehr und mehr gerade dem Abgrund genähert, in welchen sie unrettbar hineinstürzen mußten, nämlich den Tatsachen, die sich unmittelbar um das Dissipationsgesetz gruppieren. Es ist schon angedeutet worden, daß man überhaupt den Gegensatz Naturwissenschaften und Geisteswissenschaften nicht hat aufrecht erhalten können, weil ja auf der einen Seite die Naturwissenschaften nur mit Hilfe des menschlichen Geistes zustande kommen, und man seit Berkeley und Kant den sehr starken Einfluß kennt, welchen die besondere Beschaffenheit des menschlichen Geistes auf die Formen ausübt, innerhalb deren sich die Naturerkenntnis für uns gestaltet, und weil man andererseits

zugestehen muß, daß auch diejenigen Vorgänge, deren Erforschung man den Geisteswissenschaften traditionell zuzuschreiben gewohnt ist, ebenso „Natur" sind, wie etwa die physischen oder physiologischen Vorgänge. Denn auch sie vollziehen sich ebenso als Stücke unseres allgemeinen Erlebens, wie jene anderen Erscheinungen auch. Also die Objekte der Geisteswissenschaften sind ebenso Naturerscheinungen wie die der Naturwissenschaften, und das Arbeitsmittel der Naturwissenschaften ist ebenso der Geist wie das der Geisteswissenschaften; so hinterbleibt schließlich bei sorgfältiger Analyse überhaupt kein Punkt, an welchem man sagen könnte: hier unterscheiden sich die Naturwissenschaften fundamental von den Geisteswissenschaften. Der einzige gegenwärtige Unterschied ist der der Methode und da stellt es sich heraus, wie wir ja bereits gesehen hatten, daß eben die Methode der Geisteswissenschaften noch kaum eine wissenschaftliche zu nennen ist, weil sie grundsätzlich bei der allerersten Stufe der wissenschaftlichen Bearbeitung eines Problems, bei der Sammlung, Registrierung und Reinherstellung des Tatsachenmaterials stehen geblieben sind oder stehen bleiben zu müssen behaupten. Es wäre das so, als wenn man die ganze Chemie auf die Herstellung von Stoffen beschränken und völlig darauf verzichten wollte, die gegenseitigen Beziehungen der Stoffe und ihrer Eigenschaften, also das, was man die eigentliche wissenschaftliche Chemie nennt, an diesem Material klarzustellen.

Als die Unhaltbarkeit dieses Gegensatzes Natur- und Geisteswissenschaften auch für die Vertreter der letzteren deutlich geworden war, ist dann jener oben schon gekennzeichnete Versuch eingetreten, einen Gegensatz zwischen Gesetzeswissenschaften und Ereigniswissenschaften zu konstruieren. Auch hier erkennt man auf den ersten Blick, daß die Ereigniswissenschaften ihren scheinbaren Charakter nur dadurch erhalten, daß die Methode der Geisteswissenschaften noch so überaus rudimentär ist. Ereigniswissenschaften heißen sie eben deshalb, weil sie sich auf das Feststellen und Registrieren des Materials beschränken. Als dann auch diese Position unhaltbar geworden war, wurde der

Versuch gemacht, den Naturwissenschaften gegenüber die Geisteswissenschaften als die Kulturwissenschaften zu kennzeichnen, und das gegensätzliche Reimwort „Naturwissenschaft und Kulturwissenschaft" hat während einiger Jahre eine gewisse Rolle gespielt. Nun hält es wiederum durchaus nicht schwer einzusehen, daß auch die Kulturerscheinungen, d. h. diejenigen Erscheinungen, welche von spezifisch menschlicher Beschaffenheit sind, ebenso Naturerscheinungen sind, wie etwa die Vorgänge der klimatischen Veränderungen, da beide an objektiv vorhandenen Gebilden beobachtet und auf ihre etwaigen Zusammenhänge erforscht werden können. Die Kulturerscheinungen sind mit anderen Worten nur ein gewisses Gebiet der gesamten Naturerscheinungen, nämlich solcher, die ausschließlich beim Menschen vorkommen. Hierdurch ist aber das Gebiet der Geisteswissenschaften wieder in eindeutiger Weise als das gekennzeichnet worden, als was wir es vorher schon erkannt hatten, nämlich als das Gebiet der soziologischen oder kulturologischen Wissenschaften, welche entsprechend der großen Mannigfaltigkeit des Objektes, des Kulturmenschen, in zahlreiche verschiedene Teile, eben die einzelnen „Geisteswissenschaften", auseinanderfallen.

Als letzte Zuflucht, um einen entscheidenden Gegensatz zu konstruieren, hat man dann schließlich die Geisteswissenschaften als Willenswissenschaften zu kennzeichnen gesucht. Es ist das ein naheliegender Gedanke. Ich erinnere mich, daß ich schon vor mehr als zwanzig Jahren bei der Abfassung der ersten Auflage meines Lehrbuchs der allgemeinen Chemie, als ich mich über die Gesamtverhältnisse der Wissenschaften untereinander zuerst zu orientieren versuchte, die Geisteswissenschaften lieber als Willenswissenschaften bezeichnen wollte, weil ich entsprechend der damaligen Beschaffenheit meines Wissens den Willen für etwas spezifisch Biologisches, ja Menschliches hielt. Aber der entscheidende neue Gesichtspunkt ist ja, daß auch der Wille seinen Inhalt erst durch die Betätigung des Dissipationsgesetzes bekommt. Wären sämtliche Ereignisse beliebig umkehrbar, so gäbe es nichts in ihnen, welches das eine vor dem anderen zu bevor-

zugen Anlaß gäbe. Denn jedes unwillkommene Ereignis ließe sich rückgängig machen und man könnte hernach ein anderes, wünschenswerteres an seine Stelle treten lassen. Ohne die Dissipationsgesetze gäbe es also überhaupt keinen Willen, weil es kein Objekt des Willens gäbe. Damit ist wiederum eindeutig nachgewiesen, daß das Charakteristische der Willenswissenschaften, nämlich das Vorhandensein von Objekten, die durch den Willen verschieden erfaßt werden, die also, um gleich das andere wichtige Wort einzuführen, einen verschiedenen Wert haben, durchaus auf der physikalischen Tatsache des Dissipationsgesetzes beruht.

So werden die Geisteswissenschaften auch in den typischen Vertretern der alten Auffassung immer mehr und mehr an den Punkt gedrängt, den sie nach der allgemeinen, zunächst naturwissenschaftlich fundierten Theorie der Wissenschaften einnehmen müssen und an den sie unter allen Umständen gelangen werden, ob ihre Vertreter diese notwendige Zugehörigkeit zu den anderen Wissenschaften begreifen und anerkennen oder nicht.

61. Der Aufbau der Wissenschaften. Ich sehe mich durch diese Betrachtung dazu geführt, wieder einmal (denn ich habe es schon recht oft getan) auf den systematischen Aufbau sämtlicher reinen oder theoretischen Wissenschaften hinzuweisen, welcher einen klaren und erschöpfenden Überblick über ihre gegenseitigen Beziehungen und Beeinflussungen gibt und so die eindeutige Beantwortung zahlreicher Sonderfragen ermöglicht. Die Einbeziehung der einzelnen Probleme in dieses System der Wissenschaften erleichtert in so erstaunlichem Grade die richtige Erfassung und Bemessung der vorhandenen Beziehungen, daß ich durchaus nicht den Vorwurf der Wiederholung scheue, um die Klarheit, welche von dieser Betrachtungsweise ausgeht, auch für unser Problem wirksam zu machen. Es handelt sich um die ergänzte und verbesserte Anordnung der Gesamtwissenschaft, welche in ihren Grundlagen von Auguste Comte festgestellt worden ist, und deren Systematik auf der zunehmenden Komplexität und dem entsprechend abnehmenden Umfang der Begriffe beruht, welche den einzelnen Wissenschaften zugrunde

liegen. Dabei besteht die wichtige und ganz allgemeine Beziehung, daß die Begriffe der allgemeineren Wissenschaft entsprechend ihrem größeren Umfang auf die Handhabung und Beschaffenheit der sämtlichen Begriffe in den höheren oder spezielleren Wissenschaften einen notwendigen und grundlegenden Einfluß nehmen, während umgekehrt die Begriffe, welche den spezielleren Wissenschaften eigentümlich sind, indem sie erst bei ihnen auftreten, keine derartige Rückwirkung auf die allgemeineren Wissenschaften zeigen. So sind beispielsweise die verschiedenen Wissenschaften vom Leben spezieller als die physischen oder gar mathematischen Wissenschaften, und deshalb haben die Begriffe, welche das Lebensphänomen definieren, nicht das geringste in diesen allgemeineren Wissenschaften zu tun, während umgekehrt die Begriffe der Mathematik und der Physik für die richtige Auffassung der Lebenserscheinungen notwendig und maßgebend sind.

Nun lassen sich die gesamten möglichen Wissenschaften in die drei großen Gruppen der Ordnungswissenschaften, der energetischen Wissenschaften und endlich der biologischen Wissenschaften einteilen. In die erste Gruppe gehören Logik, Mathematik und Geometrie, wobei ich besonderes Gewicht auf die Einführung der Logik als der allgemeinsten aller Wissenschaften lege. Bei Comte findet sich diese Unterbringung der Logik noch nicht und dies muß als eine folgenreiche Unvollkommenheit seines Systems bezeichnet werden. Daß der Logik die ihr eben angewiesene unterste oder allgemeinste Stelle zukommt, geht schon daraus hervor, daß man ohne Logik keine einzige andere Wissenschaft treiben kann, daß also die Gesetze der Logik maßgebend in alle anderen Wissenschaften eintreten, während umgekehrt für die Kenntnis der Logik keine andere Wissenschaft erforderlich ist. Die Mathematik ist ein wenig enger, weil hier zu den logischen Grundelementen noch die Begriffe der Größe und Zahl hinzukommen, und in der Geometrie und der damit zusammenhängenden Kinematik treten zuerst die noch spezielleren Begriffe von Raum und Zeit auf. Dieser ganze Komplex von Wissenschaften sei als Ordnungswissenschaften zusammengefaßt.

Es folgen dann die physischen oder energetischen Wissenschaften, deren Hauptbegriff die Energie ist, und die man, wenn man den dreifachen Rhythmus wiederholen will, in Mechanik, Physik und Chemie teilen kann. Endlich als dritte und höchste Gruppe treten die Wissenschaften vom Leben auf, wobei zunächst die Physiologie als die allgemeinste unter ihnen erscheint, die es mit sämtlichen Lebenserscheinungen zu tun hat. Darauf kommt die Psychologie oder die Lehre von den geistigen Lebensfunktionen, und endlich die Kulturologie oder Lehre von den spezifisch menschlichen Betätigungen, welche letztere Wissenschaft praktisch zusammenfällt mit dem, was man etwas undeutlicher als Soziologie bezeichnet. Da nämlich der Mensch ganz vorwiegend ein soziales Wesen ist, so sind seine Kulturbetätigungen fast ausnahmelos von sozialer Beschaffenheit. Als letzte und höchste Wissenschaft, die uns aber an dieser Stelle weiter nicht zu beschäftigen braucht, sei noch die Wissenschaft von den ausgezeichneten oder schöpferischen Menschen, die Geniologie, genannt, welche sich vollkommen konsequent als oberste Spitze der ganzen Wissenschaftspyramide darstellt, da sie in bezug auf ihren Umfang den engsten Kreis von Individuen umfaßt, während sie in bezug auf ihren Inhalt das Reichste zu behandeln hat, was der menschliche Geist überhaupt hat produzieren können.

62. Die Stellung der Geisteswissenschaften. Man erkennt alsbald, daß das, was bisher als Geisteswissenschaften bezeichnet worden ist, also die Theologie, die Jurisprudenz, die Sprachwissenschaft, die Politik, die Geschichte und noch dies und jenes andere, seinen richtigen und unzweifelhaften Ort innerhalb der Kulturwissenschaft oder Soziologie und allenfalls der Geniologie findet. Denn alle diese Geisteswissenschaften beziehen sich auf Erscheinungen und Betätigungen, welche dem Menschen im Gegensatz zu allen anderen Lebewesen eigen sind, und sie ordnen sich durch diese Definition schon von selbst in das Gebiet der Kulturologie. Gleichzeitig erkennt man aus der obersten Stelle, welche sie in dem ganzen Aufbau des Wissenschaftssystems einnehmen, daß sie die verwickeltsten und mannigfaltigsten Begriffe

zu bearbeiten haben. Sie sind deshalb die schwierigsten von allen Wissenschaften, während sie wegen des Interesses, das die menschlichen Angelegenheiten für den Menschen notwendig haben, in einem andern Sinne die nächstliegenden Wissenschaften sind. So kommt es, daß diese Disziplinen sämtlich schon seit Jahrtausenden als Kenntnisgruppen in ihrer Art betrieben worden sind, daß aber der eigentlich methodisch-wissenschaftliche Betrieb, wie er sich an den sehr viel einfacheren Objekten der Mathematik und der physischen Wissenschaften ausgebildet hat, auf diese komplizierten Phänomene noch so gut wie gar keine Anwendung gefunden hat.

Die systematische Betrachtung hat uns also erkennen lassen, erstens daß die Geisteswissenschaften in der Tat eine Gruppe für sich bilden, die aber nicht im Gegensatz zu den übrigen Wissenschaften steht, sondern sich ihnen in vollkommen systematischer und regelmäßiger Reihenfolge anschließt. Und sie hat uns zweitens erkennen lassen, wie es gekommen ist, daß zwar diese Wissenschaften seit sehr langer Zeit getrieben worden sind, aber doch trotz oder vielleicht gerade wegen dieses langen Betriebes noch so wenig wissenschaftlich geworden sind.

63. Die Stellung des Dissipationsgesetzes im Gebiet der Wissenschaften. Die gleiche Tabelle lehrt uns erkennen, wo das Dissipationsgesetz seine Herrschaft beginnt. Da es sich um eine Eigenschaft der Energie handelt, so sehen wir alsbald, daß in dem ganzen Bereich der Ordnungswissenschaften, wo der Begriff der Energie noch nicht aufgetreten ist, auch von einem Einflusse des Dissipationsgesetzes nicht die Rede sein kann. Also sind sämtliche Ordnungswissenschaften unabhängig von der Tatsache der Dissipation und ihr System ist aufgebaut, ohne daß auf diese Tatsache die geringste Rücksicht genommen worden wäre. Erst die physischen oder energetischen Wissenschaften haben es mit dem Dissipationsvorgang zu tun, der zum ersten Male hier auftritt und zwar an sämtlichen Einzelwissenschaften dieses Gebietes, weil sämtliche physische Wissenschaften auch gleichzeitig energetische sind. Denn die Energie ist der Grundbegriff für alle Disziplinen, die hierher gehören. Sie unterscheiden sich voneinander

tatsächlich nur durch die verschiedenen Arten der Energie, die in ihnen betrachtet werden.

Hierbei läßt sich der Punkt, wo das Dissipationsgesetz wirksam wird, noch genauer bezeichnen. Wie wir gesehen haben, ist die Entwicklung der klassischen Mechanik ohne Kenntnis und Berücksichtigung dieses Gesetzes erfolgt. Deshalb erscheinen auch alle Vorgänge innerhalb der klassischen Mechanik umkehrbar. Sowie man die wirklichen Verhältnisse, insbesondere die irdischen berücksichtigt, die nie ohne Dissipation erfolgen, verschwindet auch die Umkehrbarkeit und das einsinnige Geschehen mit zeitlichem Früher oder Später hält seinen Einzug, um von da ab bis zu den höchsten Bildungen der Wissenschaft seinen maßgebenden Einfluß zu bewahren.

Während nun das Dissipationsgesetz ein Hauptgesetz innerhalb der physischen Wissenschaften ist und deshalb auch in diesem Gebiet zuerst entdeckt und klar erkannt wurde, tritt es als zwar grundlegendes, aber doch sekundäres Gesetz in das gesamte Gebiet der Biologie hinein. Wir werden also zu erwarten haben, daß zunächst die rein physiologischen oder allgemeinen Lebenserscheinungen dem Dissipationsgesetz maßgebend unterworfen sind, wie wir auch weiterhin feststellen werden, daß in der Psychologie und endlich in der Kulturologie und der Geniologie die Dissipationserscheinungen ebenfalls die Tatsachen und ihr Verständnis bestimmen. Dies ist genau das, was wir vorher durch eine vorläufige historische, ohne den hier benutzten systematischen Gesichtspunkt geführte Untersuchung erkannt haben.

Die systematische Einordnung der Aufgabe in die Tabelle der reinen Wissenschaften gewährt uns aber nicht nur die Befriedigung, daß wir dieselben Verhältnisse wiedergefunden haben, über welche uns eine unmittelbare Betrachtung der Aufgabe bereits aufgeklärt hatte, sondern sie sichert uns den wichtigeren Erfolg einer Sicherheit darüber, daß das Problem auch tatsächlich erschöpfend erledigt werden kann. Indem wir nämlich das Dissipationsgesetz zunächst auf die physischen Wissenschaften und sodann der Reihe nach auf die verschiedenen biologischen Gebiete

anwenden, werden wir sicher sein, daß wir zunächst einen logischen und konsequenten Aufbau der ganzen Betrachtung erzielen werden, und daß wir zweitens nicht Gefahr laufen, irgendwelche wichtige und maßgebende Seiten des Problems zu übersehen. Das ist ja die allgemeine Eigenschaft der Wissenschaft, daß sie an die Stelle des glücklichen Fundes, dessen Eintreffen als unkontrollierbares Geschenk einer gütigen Gottheit angesehen wird, die methodische oder systematische Erschöpfung aller denkbaren Möglichkeiten setzt. Zwar wird dadurch vielleicht die Poesie und der Reiz des Abenteuerlichen beim Betriebe der Wissenschaft aufgehoben, doch tritt an deren Stelle der unvergleichlich viel höhere und feinere Reiz einer wirklichen Herrschaft über das gestellte Problem. Auch in der Wissenschaft müssen wir atavistische Gewohnheiten, die aus dem früheren Jäger- und Räuberbetrieb übrig geblieben sind, allmählich ablegen und durch eine mehr methodische Arbeit ersetzen, der durch ihre sichere Leistungsfähigkeit die dauernde Überlegenheit über jene älteren zufälligen Verfahren gesichert ist. Jeder derartige Fortschritt stößt allerdings, solange er noch nicht häufig genug ausgeübt worden ist, um in das Gebiet des Unterbewußten einzutreten, auf gefühlsmäßige Widerstände, die zu überwinden nicht immer leicht ist und zu deren richtigen Beurteilung ein hohes Maß von Geistesfreiheit gehört. Dadurch, daß die Wissenschaft diese Geistesfreiheit erzwingt und dadurch einübt, erweist sie sich als ein unersetzlich wichtiger Faktor zur Steigerung der geistigen Beschaffenheit der Menschheit und des einzelnen.

Zehntes Kapitel.

Die Dissipation im Anorganischen.

64. Die Wärmeleitung. Aus der Geschichte des Dissipationsbegriffes erinnern wir uns, daß diese Erscheinung zuerst an den Vorgängen begriffen worden ist, die mit der Leitung und

Fortführung der Wärme verbunden sind. Wir gewinnen in der Tat ein ganz eindeutiges und bestimmtes Bild vom Wesen aller Dissipationsvorgänge, wenn wir uns ein rein thermisches Geschehnis vorstellen. Wir erhalten ein solches, wenn wir alle anderen Energiearten dabei entweder ganz ausgeschaltet oder doch von ihrer spezifischen Betätigung befreit denken. Wir nehmen also an, daß in einem Raume, der nach außen hin durch eine für Wärme undurchdringliche Wand abgeschlossen ist, zunächst eine beliebige Zusammenstellung von allerlei Körpern vorhanden sei. Diese sollen, um die Verhältnisse so einfach wie nur möglich zu gestalten, alle von einerlei Temperatur sein. Was das bedeutet, werden wir alsbald genauer erkennen lernen. Ein einziger Körper unter ihnen sei von anderer, z. B. höherer Temperatur.

Was wird dann geschehen? Wir wissen es alle. Der Körper von höherer Temperatur wird einen Teil seiner Wärme auf alle anderen Körper übertragen. Schneller auf die zunächst liegenden, mit denen er in unmittelbarer Berührung steht, langsamer auf die ferneren, zu denen hin die Wärme einen längeren Weg braucht. Dadurch wird sich die Temperatur der umgebenden Körper erhöhen und zwar folgendermaßen. Die dem warmen Körper nächstliegenden Teile der Umgebung werden sich zuerst erwärmen und eine Temperatur erreichen, die nicht so hoch ist wie die ursprüngliche Temperatur des wärmeren Körpers, aber doch dieser einigermaßen nahe kommt. Von dort aus wird die Wärme weiter wandern, bis sie schließlich die fernsten Körper erreicht hat. Dann wird die Temperatur jener erst erwärmten Körper, die sich zunächst bis annähernd auf die Temperatur des ursprünglichen heißen Körpers erhoben hatte, hernach wieder sinken, da der größere Teil der anfänglich aufgenommenen Wärme nach außen weiter wandert. In dieser Weise werden sich auch die in etwas größerer Entfernung liegenden Körper verhalten, nur daß der erste Anstieg der Temperatur geringer sein wird. Dieser Verlauf flacht sich nach außen hin immer mehr und mehr ab, und die äußersten Körper erleiden nur den Vorgang, daß sich ihre ursprüngliche Temperatur langsam bis auf den Punkt erhebt, bei welchem schließ-

lich der ganze Raum nach vollständigem Ausgleich anlangt. Der heiße Körper selbst ist beständig kühler geworden und endet schließlich auch bei derselben allgemeinen Temperatur.

Fassen wir also dieses Geschehen nochmals kurz zusammen, so wird der heiße Körper anfangs schneller, später langsamer seine Temperatur vermindern, bis er in stetigem Abfall auf die Mitteltemperatur des ganzen Gebildes angelangt sein wird. Die zunächst gelegenen Körper, die ursprünglich kalt waren, haben eine höchste Temperatur erreicht (die aber unterhalb der Temperatur des heißen Körpers liegt) und sind von dort wieder rückwärts bis zu der mittleren Temperatur des ganzen Raumes gegangen. Dieses Maximum wird immer niedriger, je weiter die betrachteten Körper von dem heißen gelegen sind, und verschwindet ganz bei den äußersten Körpern. Diese erheben ihre Temperatur anfangs langsam, hernach schneller und schließlich wieder sehr langsam.

Zuletzt sind alle Temperaturen untereinander gleich geworden, und damit ist das thermische Geschehen in dem betrachteten Raum vollständig zu Ende gelangt. Denn nachdem die Temperatur überall gleich geworden ist, ist es vollkommen ausgeschlossen, daß das Gebilde von sich aus noch irgendein thermisches Geschehnis erfährt. Ist es also einmal zur Ruhe gekommen, so bleibt es von sich aus ewig in Ruhe. Nur wenn von außen dieser Ruhezustand gestört wird, beginnt ein neues Geschehnis.

Hierbei ist noch zu bemerken, daß diese Vorgänge in derselben Weise stattfinden, ob die Körper einander berühren oder nicht. Denn ob die Körper in unmittelbarer Berührung sind und deshalb durch Wärmeleitung thermisch verkehren, oder ob sie voneinander entfernt sind und durch die Strahlung verkehren, das Endresultat ist immer genau dasselbe. Es erfolgt eine Verminderung der Temperaturverschiedenheiten solange, bis alle Verschiedenheiten aufgehört haben, und ist dieser Zustand erreicht, so bleibt er forthin unveränderlich. Es ist ewige Ruhe in diesem Gebilde eingetreten.

65. Die Temperatur. Nun handelt es sich darum, ganz darüber klar zu werden, was die Behauptung bedeutet, die Temperatur in diesem Gebilde sei überall gleich. Tatsächlich haben wir die Definition schon durch die Beschreibung des Umstandes gegeben, daß weiter keinerlei thermisches Geschehen in dem Gebilde stattfindet. Es sind mit anderen Worten Gleichheit der Temperatur und thermischer Ruhestand miteinander identisch.

Nun kann man weiter fragen, wie man den thermischen Ruhezustand überhaupt erkennt. Die Antwort darauf ist: mit einem Thermometer, indem man feststellt, daß das Thermometer, wo man es auch in dem Raume unterbringen mag, immer dieselbe Temperatur zeigt und diese Anzeige sich auch in der Zeit nicht ändert. Worauf beruht nun aber die Messung der Temperatur mit dem Thermometer? Bekanntlich gibt es deren sehr viele verschiedene Arten; für unseren Zweck ist es gleichgültig, welches wir wählen. Wir betrachten das gewöhnlichste von allen, das Quecksilberthermometer. Dieses besteht, wie bekannt, aus einem mit Quecksilber gefüllten Glasgefäß, welches in eine enge Röhre ausläuft, die mit einer Skala versehen ist. Das Glasgefäß ist mit Quecksilber gefüllt, welches bis in die Röhre hineinreicht, und da das Quecksilber sich bei der Erhöhung der Temperatur viel stärker ausdehnt als das Glas, so steigt es in der Röhre um so höher auf, je höher die Temperatur ist. Jeder Temperatur entspricht also ein ganz bestimmter Teilstrich an der angebrachten Skala.

Wir beobachten nun, wenn wir in unserm mit ruhender Wärme angefüllten Raum das Thermometer etwa in die rechte Ecke bringen, auf welchen Teilstrich sich das Quecksilber einstellt. An welche andere Stelle wir das Thermometer alsdann auch bringen mögen, das Quecksilber bleibt immer bei demselben Teilstrich stehen. Diese Beschreibung macht uns alsbald aufmerksam, daß auch die Betätigung eines Thermometers auf Wärmeleitung beruht. Wenn die Wärme aus der Umgebung des Thermometers nicht auf dieses hinüberginge oder umgekehrt, dann würde auch die Einstellung des Quecksilbers sich nicht ändern.

Das Thermometer, welches an einen bestimmten Ort gebracht wird, nimmt also aus seiner Umgebung solange Wärme auf oder tritt an sie solange Wärme ab, bis die Temperatur des Thermometerinhaltes der der Umgebung gleich geworden ist. Bleibt dann das Quecksilber in der Glasröhre an derselben Stelle der Skala stehen, so zeigt dies, daß alles thermische Geschehen zwischen dem Thermometer und seiner Umgebung aufgehört und damit die Gleichheit der Temperatur zwischen beiden sich hergestellt hat.

Die bemerkenswerte Verallgemeinerung nun, welche der eben beschriebenen, im übrigen wohlbekannten, ja trivialen Erscheinung zu entnehmen ist, läßt sich dahin aussprechen, daß, wenn in einem Raume die Wärme zur Ruhe gekommen ist, dieser Ruhezustand vollständig davon unabhängig ist, wie die Gegenstände dieses Raumes zueinander geordnet werden. Denn wir haben ja gesehen, daß das Thermometer überall in einem solchen Raume seinen Zustand nicht ändert. Hierbei muß die gegenseitige Lage der beteiligten Körper und des Thermometers verändert werden; dies hat aber auf die Gleichheit der Temperatur keinen Einfluß. So trivial diese Tatsache erscheint, so wichtig ist sie für das Verständnis des großen Gesetzes, welches den Dissipationserscheinungen zugrunde liegt und welches den Namen des zweiten Hauptsatzes der Energetik führt. Da das vollständige Verständnis dieses Gesetzes eine Sache von ganz grundlegender Bedeutung ist, so wollen wir seine Betätigung in diesem einfachsten Fall uns durch eine besonders eingehende Betrachtung möglichst vertraut und geläufig machen.

66. Das unmögliche Perpetuum mobile zweiter Art. Denken wir uns einen Augenblick, der eben ausgesprochene erfahrungsmäßige Satz sei nicht richtig, sondern ebenso wie die Belichtungsverhältnisse in einem geschlossenen Raume, in den etwa von einem Fenster aus Licht eintritt, durchaus verschieden ausfallen, je nachdem man die Gegenstände in diesem Raum dem Fenster näher oder entfernter, hintereinander oder nebeneinander aufstellt, sollen sich auch Verschiedenheiten der Tem-

peratur geltend machen, wenn man die Gegenstände gegeneinander verschiebt. Wir betrachten zu diesem Zwecke zwei Gegenstände a und c und nehmen an, sie seien zunächst durch längeres Verweilen in dem wärmedicht abgeschlossenen Raume miteinander ins Gleichgewicht gekommen. Dann sollen a und c ihre Plätze vertauschen und dadurch soll, wie wir annehmen wollen, auch das Wärmegleichgewicht gestört werden. Der Körper c an der Stelle von a zeige z. B. eine höhere, und der Körper a an der Stelle von c zeige eine tiefere Temperatur als vorher. Dann kann man die Wärme zwischen den beiden Körpern übergehen lassen etwa durch einen dazwischen angebrachten wärmeleitenden Kupferstab und es wird ein thermischer Vorgang, eine Wärmeleitung, geschehen, welche so lange fortdauern wird, bis die beiden Körper wieder miteinander ins Temperaturgleichgewicht gekommen sind. Lassen wir jetzt die beiden Körper a und c ihre Plätze wieder wechseln, so wird wiederum das Umgekehrte eintreten. Die Temperaturen, die vorher gleich geworden waren, werden wieder voneinander verschieden sein, und man kann wieder eine Wärmeleitung zwischen beiden erfolgen lassen, es wird ein neues thermisches Geschehen eintreten. So kann man den Prozeß beliebig lange wiederholen und es läßt sich durch ein derartiges Umstellen der beiden Gegenstände, welches man leicht so ausgeführt denken kann, daß dabei weder Arbeit verbraucht noch gewonnen wird, ein dauerndes thermisches Geschehen aufrecht erhalten. Hiernach würde also die Wärme in einem solchen Raume niemals zur Ruhe kommen, sondern immer wieder in Bewegung erhalten werden können. Ja, wir können auch noch weiter gehen. Es ist bekannt, daß dadurch, daß man Wärme von einem heißeren zu einem kälteren Körper unter Zwischenschaltung einer geeigneten Maschine übergehen läßt, mechanische Arbeit erhalten werden kann. Denken wir uns an die Stelle des Kupferstabes eine derartige Wärmemaschine eingeschaltet, so würden wir unaufhörlich durch Umtauschen dieser beiden Körper einen Wärmestrom und dadurch eine unaufhörliche Produktion von Arbeit erzielen können. Es ist das, was wir früher (S. 101) ein

Perpetuum mobile zweiter Art genannt haben. Ein solches Perpetuum mobile würde also jedesmal möglich werden, wenn in einem Raume, in welchem die Wärme zur Ruhe gekommen ist, durch die bloße, arbeitfreie Umstellung beteiligter Körper der Ruhezustand der Wärme aufgehoben oder eine Verschiedenheit der vorhandenen Temperaturen hervorgebracht werden könnte.

Nun ist es eine ganz allgemeine Erfahrung, daß ein Perpetuum mobile zweiter Art nicht möglich ist. Eine gedankliche Unmöglichkeit liegt hier allerdings nicht vor, denn häufig genug ist dieser Fehler in Gedanken begangen worden. Es hat eine ganze Anzahl sonst recht tüchtiger Forscher gegeben, die bei ihren Betrachtungen vor der Annahme eines Perpetuum mobile zweiter Art keine Scheu gezeigt haben, und die dadurch folgenreiche Fehler in ihren Erörterungen begangen haben. Es handelt sich vielmehr um eine ausschließlich erfahrungsmäßige Tatsache, die allerdings so allgemein ist, wie nur irgendeine Erfahrung sein kann. Denn es ist noch nie eine Maschine irgendwelcher Art konstruiert worden, in welcher ruhende Wärme sich freiwillig in Bewegung gesetzt hätte, und in welcher demgemäß aus ruhender Wärme Arbeit in irgendwelchem Umfange hätte erlangt werden können. Gehen wir also von dem Satz der Unmöglichkeit eines Perpetuum mobile zweiter Art aus, so können wir schließen: diese Unmöglichkeit bedingt mit Notwendigkeit, daß in einem jeden Raum, wo die Wärme zur Ruhe gekommen ist, die Temperatur überall gleich ist, und daß diese Gleichheit auch durch keinerlei gegenseitige Verstellungen der sämtlichen beteiligten Körper geändert werden kann.

67. Das Intensitätsgesetz. Aus dem eben ausgesprochenen Gesetz des Gleichgewichts, daß nämlich Gleichheit der Temperatur den thermischen Ruhezustand in einem beliebigen abgeschlossenen Gebilde kennzeichnet, entsteht alsbald durch die Umkehrung der Betrachtung die Definition einer Größe, von deren Beschaffenheit das thermische Geschehen seinerseits abhängig ist. Wenn nämlich die Temperatur verschieden ist, so muß jedenfalls etwas geschehen, nämlich eine solche Änderung der vorhandenen Wärme-

zustände, daß die bestehenden Temperaturverschiedenheiten ausgeglichen werden. Die Größe, welche wir Temperatur nennen, ist also charakteristisch für den Zustand der Wärme, denn von ihrer Beschaffenheit hängt es ab, ob die Wärme in Ruhe bleibt oder sich in Bewegung setzt.

Was hier für die Wärme auseinandergesetzt worden ist, gilt in analoger Weise für alle anderen Energiearten. Für jede Energieart kann man eine Größe angeben, welche man die Intensität oder den Intensitätsfaktor dieser Energie nennt; der Ruhezustand der Energie in einem entsprechenden Gebilde wird dadurch gekennzeichnet, daß dieser Intensitätsfaktor an allen Stellen des Gebildes denselben Wert hat. Umgekehrt wird jede Verschiedenheit des Intensitätsfaktors an verschiedenen Orten des Gebildes mit Notwendigkeit ein Geschehen hervorrufen, durch welches diese Unterschiede der betreffenden Intensität ausgeglichen werden. Oder wenigstens hervorzurufen bestreben; denn es kann gewisse Anordnungen geben, durch welche jenes Bestreben aufgehoben oder mindestens unbegrenzt verzögert werden kann.

Damit also irgend etwas geschieht, müssen notwendig Intensitätsunterschiede irgendwelcher Energieart vorhanden sein. Denn da alles Geschehen sich in letzter Analyse auf Vorgänge zwischen Energien zurückführen läßt, so ist dasjenige Gesetz, welches alle diese Vorgänge, d. h. die gegenseitigen Verwandlungen oder die räumlichen Verschiebungen der Energie (welch letztere sich bei genauer Analyse gleichfalls in derartige Verwandlungsprozesse auflösen lassen) regelt, so allgemein, daß es überhaupt kein Geschehen im Himmel und auf Erden gibt, welches nicht diesem allgemeinen Gesetz unterworfen wäre.

Man darf nicht darüber erstaunt sein, daß sich wirklich ein derartiges, so ungeheuer allgemeines Gesetz aussprechen läßt, ein Gesetz, welches tatsächlich den gesamten Weltprozeß umfaßt. Denn es handelt sich, wie das schon von Kirchhoff in charakteristischer und weittragender Weise klargelegt worden ist, bei der Aufstellung von Naturgesetzen stets um eine kurze und zweckmäßige Beschreibung wirklicher Tatsachen. Wir haben ja das

Geschehen selbst als Ausgleich von Energien definiert, weil wir Energien überall erkennen, wo etwas geschieht. Dadurch also, daß wir bei jeder Energieart eine charakteristische Größe ausfindig machen konnten, an der eine Differenz bei jedem Geschehen vorhanden ist, die sich dabei ausgleicht, ist eben die Möglichkeit entstanden, jenes umfassende Weltgesetz aufzustellen. Es kennzeichnet eben die einzigartige Bedeutung der Energetik für das Verständnis alles Geschehens in der Welt, daß sie, was keiner anderen Auffassung des Weltgeschehens bis dahin gelungen war, eine derartige einfache, bündige und klare Definition des Geschehens ermöglicht hat.

68. Die Dissipation. Nach der eingehenden Beschreibung eines einfachen und allgemeinsten Dissipationsfalles verstehen wir genauer, warum dieses so allgemeine Phänomen Dissipation oder Zerstreuung genannt worden ist. Zu Anfang bestand eine bestimmte, räumlich scharf gekennzeichnete Zustandsverschiedenheit, indem eben der eine Körper wärmer war als seine ganze Umgebung, innerhalb deren nach Annahme derartige Zustandsverschiedenheiten nicht bestanden. Diese Zustandsverschiedenheit, die sich als Differenz der beiden Temperaturen zahlenmäßig ausdrücken läßt, ist durch den Vorgang der Wärmeleitung kleiner und kleiner geworden, und das Geschehen nahm nicht eher ein Ende, als nachdem alle derartigen Unterschiede vollständig verschwunden waren. Es ist also dieser Vorgang ganz vergleichbar dem, daß man etwa in eine Masse von gleichförmigem weißen Sand ein Häufchen eines roten Pulvers hineinbringt. Dann ist der Farbunterschied zwischen dem roten Pulver und dem weißen Sand auf seiner größten Höhe. Werden nun beide Pulver durcheinander gerührt, so verteilt sich der rote Farbstoff mehr und mehr zwischen den weißen Sandteilchen. Anfangs bleiben noch geringere Verschiedenheiten bestehen, aber in dem Maße, wie die Vermengung weiter geht, werden auch die Unterschiede der Färbung geringer, und nach genügend langer Bearbeitung wird die Farbe des Sandes an allen Stellen des ganzen Gemisches vollkommen gleich geworden sein. Dieser Zustand bleibt bestehen, solange man das

Mischen auch noch fortsetzen mag; niemals kann man durch weiteres Mischen etwa wieder den Farbstoff vollständig oder teilweise vom Sande trennen, sondern wenn die Mischung einmal gleichförmig geworden ist, so bleibt sie für alle Zeit so und wird durch das Durcheinanderarbeiten der Anteile nicht geändert. Hier haben wir also in der Zerstreuung des Farbstoffs in dem Sande einen Vorgang, welcher vollkommen ähnlich der Zerstreuung der Wärme in den Körpern ist.

Es besteht allerdings der Unterschied, daß die Wärme sich freiwillig oder automatisch in dem gesamten Raume verteilt, während für die Zerstreuung des Farbstoffes im Sande eine mechanische Tätigkeit erforderlich ist. Aber dies liegt nur an dem Umstande, daß wir hier es mit Teilen fester Körper zu tun haben, welche keine freiwilligen Bewegungen gegeneinander ausführen, da jede gegenseitige Verschiebung Arbeit beansprucht. Macht man ähnliche Versuche mit Flüssigkeiten oder Gasen, so zeigt sich eine vollkommene Analogie mit der Zerstreuung der Wärme. Jeder Stoff anderer Art, den man in einen solchen Raum von flüssiger oder gasförmiger Beschaffenheit hineingebracht hat, verteilt oder zerstreut sich gleichfalls, ohne daß äußere Arbeitsleistung erforderlich wäre. Bringt man etwa einen Tropfen irgendeiner farbigen Lösung von Kaliumpermanganat oder roter Tinte oder sonst etwas ähnlichem in ein Glas mit reinem Wasser so hinein, daß zunächst die gefärbte Flüssigkeit unter dem klaren Wasser ruht, so setzt sofort ein Vorgang ein, durch welchen die gefärbten Teilchen in das reine Wasser hineingeführt werden. Und dieser Dissipationsvorgang findet nicht eher ein Ende, als bis das Wasser vollkommen gleichförmig gefärbt ist. Allerdings dauert das bei Flüssigkeiten sehr lange; aber in Summa ist der Vorgang genau derselbe, wie bei der Wärmeleitung, nur der Zeitmaßstab ist ein anderer. Sehr viel schneller finden solche Vorgänge in Gasen statt. Diese freiwillige Vermischung oder Diffusion gasförmiger oder flüssiger Stoffe ineinander ist ein ganz allgemeines Phänomen; wir kennen tatsächlich keinen Fall, der diesem Gesetz nicht unterworfen wäre. Auch diese Vorgänge sind durchaus Fälle desselben allgemeinen

Dissipationsgesetzes, das wir bei der Verteilung der Wärme kennen gelernt haben.

Dieses allgemeine Gesetz zeigt uns also, daß in der gesamten Natur durchaus ein Streben besteht, vorhandene Gegensätze auszugleichen. Eine vollständig gleiche Verteilung aller beliebigen Stoffe in dem gesamten Raume, der ihnen zur Verfügung steht, würde in solchem Sinne den Endpunkt bedeuten, dem sämtliche natürlichen Vorgänge in letzter Instanz entgegenstreben.

69. Die kinetische Theorie der Wärme. Daß die Wärme, die wir zunächst physiologisch durch das Gefühl erkennen, daneben aber physikalisch durch die mannigfaltigen Umwandlungen kennzeichnen können, welche je nach der Temperatur an den verschiedenen Stoffen vor sich gehen, sich auf andere energetische Erscheinungen müsse zurückführen lassen, ist eine sehr alte Vorstellung. Insbesondere die Annahme, daß die Wärme in einer Bewegung der kleinsten Teilchen oder Atome der Körper bestehe, läßt sich bis zu dem griechischen Naturforscher Demokrit zurückverfolgen, und hat bei seinem römischen Jünger Lucretius eine ganz ausführliche Darstellung erfahren. Eine ähnliche Idee finden wir dann zu Beginn der naturwissenschaftlichen Epoche bei Baco und Boyle, um nur zwei von den damaligen Namen zu nennen. Endlich ist die gleiche Lehre vor einem halben Jahrhundert im Zusammenhang mit der damals sich entwickelnden Thermodynamik oder Lehre von der Umwandlung der Wärme in mechanische Arbeit zu einer hohen wissenschaftlichen Blüte gelangt, indem eine Anzahl denkkräftiger und phantasiereicher Mathematiker, unter denen Clausius und Maxwell, sowie später Stephan und Boltzmann in erster Linie zu nennen sind, sie zu einer sorgfältig durchdachten und durchgerechneten Theorie hohen Ranges entwickelt haben. Indessen blieb die Theorie damals noch der Hauptsache nach auf dem Papiere stehen. Man konnte sich zwar überzeugen, daß sehr viele beobachtete Eigenschaften der betrachteten Stoffe, insbesondere der Gase, sich durch die Annahme erklären ließen, daß die Gase aus lauter kleinsten

festen Teilchen bestehen, die mit großer Geschwindigkeit sich durcheinander bewegten und auseinanderprallten. Aber es konnte nicht der Nachweis erbracht werden, daß all die Eigenschaften sich nicht ebensogut aus ganz anderen Voraussetzungen ableiten lassen, so daß die kinetische Theorie der Stoffe nicht den Rang einer experimentell gesicherten wissenschaftlichen Gesamttheorie erwerben konnte. Diese letzte Stufe ist aber durch die Forschungen der letzten zehn Jahre auch noch genommen worden. Durch eine ganze Reihe voneinander unabhängiger experimenteller Untersuchungen ist die Tatsache festgestellt worden, daß wirklich die sogenannte Materie eine körnige Struktur hat, daß also bei der Untersuchung der Eigenschaften eines Raumes, der von Materie erfüllt ist, sich räumliche Verschiedenheiten ergeben, welche gerade den Charakter besitzen, der durch die Existenz von Atomen oder Molekeln erfordert würde. Während also die bis dahin bekannten Tatsachen ebenso durch die Annahme einer stetigen Materie erklärt werden konnten, wie durch die Annahme einer atomistischen oder körnigen Struktur, versagen sich diese neu erforschten Erscheinungen durchaus der ersten Annahme und erzwingen somit mit Notwendigkeit die zweite, die als richtig anerkannt werden muß.

Die vielen interessanten einzelnen Ergebnisse dieser Theorie sowie die experimentellen Tatsachen, welche zu der Bestätigung geführt haben, können hier nicht erörtert werden. Wesentlich ist, daß eine ganze Anzahl von verschiedenen und unabhängigen Tatsachen zu dem gleichen Ergebnis geführt hat. Es wird also genügen, wenn wir eine von diesen Gruppen etwas genauer betrachten. Sie kann die Stelle aller übrigen vertreten, und steht außerdem in naher Beziehung mit einer früher (S. 95) ausführlich erörterten Angelegenheit. Es sind das die zuerst im Anfang des neunzehnten Jahrhunderts von dem englischen Botaniker Brown beobachteten freiwilligen Bewegungen kleiner Teilchen in Flüssigkeiten. Brown fand, daß in manchen pflanzlichen Flüssigkeiten sich kleine Körperchen mannigfaltiger Art suspendiert fanden, sowohl kleine Tröpfchen anderer Flüssigkeiten, wie auch

sehr kleine Kristalle oder ähnliches, die sich unter dem Mikroskop als unaufhörlich bewegt erwiesen. Und zwar war die Beweglichkeit nicht etwa eine Folge irgendwelcher Lebensbetätigungen, denn auch die Flüssigkeiten, die aus allem Zusammenhang mit lebenden Geweben herausgebracht waren, zeigten die gleiche Beweglichkeit der in ihnen suspendierten kleinen Teilchen. Vielmehr stellte sich heraus, daß auch irgendwelche anorganische Teilchen, wie Tusche in Wasser aufgeschlämmt, solche Bewegungen zeigen. Die einzige Bedingung ist, daß die Teilchen klein genug sind. Bei einer Größe von ungefähr einem hundertstel Millimeter beginnt die Erscheinung sich zu zeigen; bei kleineren Teilchen wird sie zunehmend stärker.

Schon sehr früh hat man dann diese eigentümlichen Bewegungen, die anscheinend niemals aufhören und die sich auch nach jahrelanger Aufbewahrung solcher Flüssigkeiten unverändert beobachten lassen, mit der hypothetisch angenommenen unregelmäßigen Wärmebewegung der Körperteilchen in Zusammenhang gebracht. Es war ja klar, daß derartige feine Stäubchen durchaus nichts mit den Atomen oder Molekeln zu tun hatten; denn für die Größe dieser hypothetischen Elemente der festen, flüssigen und gasförmigen Körper waren auf Grund ganz verschiedenartiger Voraussetzungen Berechnungen möglich gewesen, durch welche ihr ungefährer Durchmesser auf ein Milliontel Millimeter festgestellt worden war. Es erschien wenig wahrscheinlich, daß solche verhältnismäßig riesige Stücke durch die zehn- bis eintausendmal kleineren Molekeln zu ähnlichen unregelmäßigen Bewegungen sollten gebracht werden können, wie sie die Molekeln selbst haben.

Durch die Forschungen der neuesten Zeit hat sich indessen herausgestellt, daß jene Bedenken sich beseitigen lassen. Die mathematische Untersuchung dieser Verhältnisse, welche die Geschicklichkeit der scharfsinnigsten Rechner auf die härtesten Proben gestellt hat, hat doch schließlich auf ziemlich verschiedenen Wegen zu Resultaten geführt, die mit der Beobachtung übereinstimmen. Und die mikroskopischen Messungen wirklicher Bewegungen solcher Teilchen, deren übrige Eigenschaften, Größe,

Dichte usw. man genau bestimmt hatte, erwiesen eine so gute Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Vorausberechnung, daß man die Gesamtheit dieser Forschungen wohl als eine experimentelle Bestätigung der atomistischen oder körnigen Struktur der Stoffe, insbesondere der Flüssigkeiten ansehen darf. Diese Bestätigung ist dann durch zahlreiche andere Forschungen nach den verschiedensten Seiten erweitert und verstärkt worden, so daß gegenwärtig auch der Satz als experimentell erwiesen angesehen werden kann, daß die Wärme in einer unregelmäßigen Bewegung der kleinsten Teilchen der Stoffe besteht. Diese Bewegung ist um so stärker, je höher die Temperatur steigt, derart, daß für jede Temperatur eine ganz bestimmte durchschnittliche oder mittlere Geschwindigkeit der bewegten Teilchen charakteristisch ist. Die mathematischen Schlußfolgerungen, die sich aus dieser einfachen Voraussetzung ergeben, sind in vielfältiger Weise geprüft worden; und wenn auch noch recht viele Stellen unklar geblieben sind und einer eingehenden weiteren Prüfung bedürfen, bevor man sich mit der Beziehung zwischen Erfahrung und Theorie befriedigt erklären kann, so ist doch die Gesamtheit des Geleisteten auf diesem Gebiet so groß und mannigfaltig, daß man von einer Sicherung der Grundanschauung reden darf.

70. Wahrscheinlichkeit. Hier ist es nun, wo die S. 103 erwähnten Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen ihren konkreten Gegenstand finden. Selbst wenn man annimmt, daß die Molekeln sich zu irgendeiner Zeit einigermaßen regelmäßig bewegt haben, so schloß man doch aus der Mannigfaltigkeit der gegenseitigen Stöße und Bewegungsbehinderungen, daß alsbald mehr oder weniger entwickelte Verschiedenheiten zwischen diesen Bewegungen auftreten müssen, die dann schließlich zu einem Zustande führen, in welchem jede mögliche Geschwindigkeit und Richtung vorhanden ist. Zwar nicht jede mögliche in gleicher Häufigkeit. Sondern jene Geschwindigkeit, deren Größe der gerade herrschenden Temperatur entspricht (wir haben ja gesehen, daß die Geschwindigkeiten um so größer werden, je höher die Temperatur steigt), ist die häufigste von allen, während die anderen Geschwindigkeiten, so-

wohl größere wie kleinere, um so seltener vorkommen, je weiter sie von dieser häufigsten Geschwindigkeit abweichen. Schon von dem Mathematiker Gauß sind Betrachtungen darüber angestellt worden, wie sich solche Wahrscheinlichkeiten zahlenmäßig gestalten, die diesem Gesetz der abnehmenden Häufigkeit mit zunehmender Entfernung von einem mittleren oder charakteristischen Wert unterliegen, und die entsprechenden Formeln lassen sich unmittelbar auf die Beurteilung der Geschwindigkeiten der Molekeln anwenden. Offenbar ist ein Zustand, wie er sich hier einstellt, wo jede mögliche Abweichung auch wirklich vorhanden ist, der denkbar unordentlichste Zustand; denn der denkbar ordentlichste ist zweifellos der, wo alle Molekeln gleiche Richtung und gleiche Geschwindigkeit haben. Infolgedessen ist also der Zustand mit der wahrscheinlichen Geschwindigkeitsverteilung als der wenigst geordnete ebenso ein ausgezeichneter wie der meistgeordnete der gleichen Größe und Richtung aller Geschwindigkeiten. Nun besteht ein allgemeines Gesetz, daß von verschiedenen möglichen Zuständen immer der ausgezeichnete, der nur einmal und sonst nicht wieder vorkommt, der wirkliche ist. Insofern besteht auch eine Begründung dafür, daß dieser Zustand größter Unordnung der wirkliche ist.

Eine experimentelle Kontrolle für die Richtigkeit dieser Auffassung gibt nun einigermaßen die oben geschilderte Brownsche Bewegung, welche eine direkte Beobachtung solcher Geschwindigkeitsverschiedenheiten, wenn auch in übertragenem Sinne, gestattet. Hier macht sich denn auch tatsächlich die eben charakterisierte Unordnung auf das allerdeutlichste geltend und die photographischen Aufnahmen der Bewegungen solcher Teilchen, wie man sie unter Überwindung sehr bedeutender Schwierigkeiten mittelst eines mikroskopischen Kinematographen gemacht hat, haben denn auch gestattet, objektiv die große Unregelmäßigkeit solcher Bewegungen nachzuweisen.

71. Die theoretische Bedeutung der Brownschen Bewegung. Es ist bereits mitgeteilt worden, daß die Brownsche Bewegung eine dauernde ist. Da eine große theoretische Be-

deutung sich an die Existenz dieser Dauer knüpft, so hat man in den letzten Jahren einzelne Fälle, z. B. Suspensionen des roten Farbstoffes Zinnober in Wasser während einer ganzen Reihe von Jahren untersucht und sich davon überzeugt, daß die Bewegungen in absehbarer Zeit weder geringer werden noch auch aufzuhören irgendeine Neigung zeigen. Wir haben hier wieder etwas, was einem Perpetuum mobile im eigentlichen Wortsinne mindestens sehr nahe kommt. Die Bewegungen der Weltkörper stellen ja schon annähernd das Perpetuum mobile im Wortsinne dar, nämlich eine dauernde Bewegung ohne zeitliche Abnahme. Die Brownsche Bewegung ist ebenfalls eine dauernde und unverminderte. Beide Fälle sind nicht derart beschaffen, wie man gewöhnlich das Perpetuum mobile auffaßt, daß sie nämlich nicht nur in Bewegung bleiben, sondern auch noch bis ins Unbegrenzte Arbeit zu entnehmen gestatten, ohne sich in ihrem Zustande zu ändern. Solche Gebilde sind tatsächlich unmöglich. Aber die eigentliche Wortbedeutung einer nie aufhörenden Bewegung ist ebenso bei den Weltkörpern wie hier bei diesen mikroskopischen Teilchen in Flüssigkeiten realisiert.

Wie ist das zu verstehen? Es liegt hier ein Zustand vor, bei welchem eine weitere Dissipation nicht möglich ist, weil ja bereits der äußerste Zustand der Dissipation, die Temperaturgleichheit und die entsprechende wahrscheinliche Geschwindigkeitsverteilung zwischen den Molekeln der Flüssigkeit und den suspendierten Teilchen eingetreten ist. Wir können also keinen Zustand angeben, der noch stabiler wäre als der vorhandene. Deshalb erhält er sich und zwar in unveränderlicher Beschaffenheit, ohne daß etwa die Teilchen wie bei den Bewegungen endlicher Größen auf der Erdoberfläche durch Reibung ihre Geschwindigkeit verlieren können. Denn durch Reibung können sie nur unter Verminderung der eigenen Bewegung die Temperatur der Flüssigkeit um einen kleinen Betrag erhöhen; diese Temperaturerhöhung bewirkt dann wieder eine entsprechende Beschleunigung der Molekeln und durch sie der Teilchen. Durch das, was die Teilchen möglicherweise an die Flüssigkeit an Geschwindigkeit verlieren können, wird also

ihre Geschwindigkeit immer wieder selbsttätig hergestellt, so daß die Möglichkeit einer Änderung überhaupt nicht vorliegt.

Die Bedeutung dieser Tatsache liegt darin, daß sich hier eine Grenze der Dissipation zeigt, welche nicht ein Zustand völliger Ruhe ist, sondern ein Zustand einer unaufhörlichen Bewegung. Man muß ihn aber doch einen Gleichgewichts- oder Endzustand nennen, weil er die letzte Phase aller denkbaren und möglichen Veränderungen ist, die das System in sich erleiden kann.

Nun sind die Brownschen Teilchen noch von riesenhaften Dimensionen gegenüber den Molekeln. So können wir uns vorstellen, daß auf ihnen Lebewesen existieren von allerdings verhältnismäßig einfacher Organisation. Diese Lebewesen würden dann konstatieren, daß der Bewegungszustand zwischen den verschiedenen Teilchen unbegrenzt bestehen bleibt; sie würden von den allgemeinen Tatsachen der Dissipation, wie wir sie auf der Erdoberfläche kennen gelernt haben, in bezug auf die Bewegung ihrer Teilchen nicht das mindeste beobachten und könnten insbesondere auch kein Naturgesetz entdecken, gemäß welchem diese Bewegung einem Ende entgegenginge.

Hier würde also tatsächlich eine Ewigkeit der bewegten Existenz, wenigstens innerhalb der uns bekannten Gesetze, realisiert sein und wir müssen hieraus mindestens ein gewisses Maß von Vorsicht entnehmen, wenn wir die von uns für die Geltung des Dissipationsgesetzes innerhalb für uns bequem zugänglicher Dimensionen gefundenen Tatsachen allzu weitgehend ins größte oder ins kleinste erweitern wollen. Diese Wesen würden natürlich von dem Begriff der Wärme gar keine Ahnung haben, weil sich ihnen ja die Wärme ausschließlich als Bewegung und zwar als unregelmäßige und unaufhörliche Bewegung darstellt. Ebenso ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, wenngleich wir keinerlei Anzeichen für eine solche Wirklichkeit haben, daß es auch Energiearten geben könnte, welche für unsere irdischen und sogar für die kosmischen Dimensionen verschwinden und welche (in derselben Weise wie die Wärmebewegung für die Wesen auf dem Brownschen Körperchen) eine Ewigkeit unserer Existenz garan-

tieren könnten. Alle derartige Überlegungen sind aber Extrapolationen in das Unbegrenzte hinaus. Und wir wissen es aus der Physik und der Mathematik, daß eine jede derartige Extrapolation schließlich mit einem unendlich großen Fehler behaftet ist, daß eine verschwindend geringe Ungenauigkeit in der Formulierung der benutzten Gesetze, eine Ungenauigkeit, die weit unter jeder Möglichkeit der Nachweisung für uns bleiben kann, doch zu vollständig sinnwidrigen Resultaten bei einer Extrapolation führen kann, die nicht einmal ins unendliche, sondern nur sehr weit geht. Soviel also zur Beruhigung solcher Gemüter, denen die Endlichkeit unserer Welt als etwas Unerträgliches erscheint.

Ich gehöre zu ihnen nicht, ich meine vielmehr, daß uns die Frage nach der zeitlichen Endlichkeit oder Unendlichkeit unserer Welt verhältnismäßig gleichgültig lassen kann, nachdem wir mit der allergrößten Wahrscheinlichkeit eingesehen haben, daß, wie diese Dinge auch beschaffen sein mögen, jedenfalls das Schicksal des Menschengeschlechtes und der gesamten menschlichen Kultur innerhalb endlicher Zeitgrenzen beschlossen liegt. Was darüber hinausliegt, hat für uns ein so geringes Interesse, daß mit dieser Entscheidung der eigentliche Reiz aller weitern ähnlichen Fragen vollständig verschwunden ist.

72. Mechanische Energien. Im Lichte der eben angestellten Betrachtungen hat sich die Wärmeenergie als eine bestimmte Form der mechanischen Energie herausgestellt. Zu den für gewöhnlich als mechanische Energien bezeichneten Formen der Energie steht die Wärme indessen in einem scharfen Gegensatz. Während die Wärme die ungeordnetste Form ist, sind die mechanischen Energien die geordnetsten Formen. Die der Wärmebewegung entsprechende mechanische Form heißt kinetische Energie oder Bewegungsenergie und ist allen bewegten Körpern vermöge ihrer Geschwindigkeit eigen. Außerdem gibt es noch eine Anzahl wohlbekannter anderer Arten mechanischer Energie. Zunächst die Arbeit, welche sich als Produkt von Kraft und Weg darstellt, dann die Formenergie oder elastische Energie, die Oberflächenenergie und Volumenergie, die beim Zusam-

menpressen und Ausdehnen der Gase und Dämpfe in reinster Gestalt zur Geltung kommt. Alle diese Energiearten vermögen sich ineinander und in jede andere Energieform umzuwandeln. Wir haben es in unserer geschichtlichen Betrachtung gesehen, wie insbesondere die Umwandlung der Wärme in mechanische Arbeit die große Entdeckung war, an welcher sich die Thermodynamik, die wissenschaftliche Lehre von der Wesensgleichheit der verschiedenen Energien und insbesondere von der Umwandlung der Wärme in Arbeit und umgekehrt entwickelt hat.

Als wichtigstes Ergebnis der theoretischen Forschungen auf diesem Gebiete kann angegeben werden, daß eine gegebene Menge Wärmeenergie niemals vollständig durch eine Maschine in mechanische Arbeit verwandelt werden kann. Vielmehr geht unter allen Umständen nur ein bestimmter Bruchteil der Wärme in mechanische Arbeit über. Dieser ist einerseits dem Temperaturabfall proportional, den die Wärmemenge erfährt, andererseits hängt er von der absoluten Höhe der Temperatur ab, bei welcher man diese Umwandlung ausführt. Die Temperaturdifferenz dividiert durch die absolute Temperatur des Vorganges stellt den Bruchteil der gesamten Wärmemenge dar, welche man in mechanische Arbeit überführen kann: diese Größe heißt das Güteverhältnis oder der Umwandlungsfaktor der Wärme in mechanische Arbeit. Alle übrige Wärme langt bei der untersten Temperatur des ganzen Gebildes an und wird dadurch unwirksam. Denn wir wissen ja, daß Wärme von gleicher Temperatur überhaupt keine Umwandlungen irgendwelcher Art erfahren kann. Sie bedingt ja nicht einmal eine Leitung der Wärme von einer Stelle zur anderen, sondern ist vollkommen in Ruhe. Solche Wärme kann sich also auch natürlich nicht freiwillig in mechanische Arbeit transformieren.

Nun stellt sich heraus, daß die wirklichen Maschinen immer noch sehr viel weniger Arbeit leisten, als nach dieser Formel erwartet werden könnte; zwei Ursachen sind dabei wirksam. Einerseits kann man die aufgewendete Wärme niemals vollständig isolieren. Es gibt kein Mittel, eine gegebene Wärmemenge so ein-

zusperren, daß sie sich nicht ausbreitete und ihrem unwiderstehlichen Hange nach Dissipation fröhnte. Man kann diesen Prozeß nur verlangsamen, aber ihn nicht einmal auf unmerklich kleine Größen bringen. So zerstreut sich auch die zur Transformation in mechanische Arbeit herangezogene Wärme teilweise schon vor der Umwandlung und dieser zerstreute Teil kommt natürlich nicht zur Arbeitsleistung. Daneben besteht aber bei sämtlichen mechanischen Maschinen noch eine andere Ursache der Dissipation der Energie in der Reibung. Durch die Reibung verwandelt sich die mechanische Arbeit in Wärme, welche sich sofort auf den Weg zur Dissipation macht und auf diesem Wege nicht oder nur höchst unvollkommen wiedereingefangen werden kann. Die Reibung läßt sich niemals beseitigen, somit läßt sich auch die Dissipation aus dieser Ursache niemals aufheben.

Was hier für die mechanische Arbeit dargelegt worden ist, gilt in ganz derselben Weise für alle anderen Formen der mechanischen Energie. Alle diese Transformationen verschiedener mechanischer Energien ineinander sowie der anderen Energien in mechanische Energie und umgekehrt erfolgen nie ohne Reibungsverluste, welche jedesmal einen Teil der freien Energie der Dissipation verfallen lassen und diesen Teil somit der weitern Umwandlung dauernd entziehen. Wenn wir also eine bestimmte Menge mechanischer Energie einer Reihe derartiger Umwandlungen unterziehen, so wird deren Betrag immer kleiner, weil unaufhörlich ein Teil von ihr bei den vorgenommenen Umwandlungen der Dissipation verfällt und zuletzt ist die ganze freie Energie durch Reibung in Wärme verwandelt, die sich durch die Zerstreuung aller weiteren Transformation endgültig entzogen hat.

73. Die anderen Energiearten. Es würde zu weit führen, wenn ich die Einzelheiten bei den Umwandlungen der anderen Energiearten in ähnlicher Weise untersuchen und auseinanderlegen würde. Durch das oben Gesagte wird wohl genügende Klarheit über das Wesen der hier in Betracht kommenden Vorgänge gewonnen sein, so daß die allgemeine Mitteilung genügen wird,

daß auch bei allen anderen Energiearten Vorgänge vorhanden sind, die sich ganz ähnlich der Reibung bei mechanischen Vorgängen verhalten. Sie bewirken alle, daß ein Teil der betreffenden Energie in Wärme übergeht, welche alsbald der Zerstreuung verfällt. Es würde also nichts helfen, wenn man die Dissipation dadurch vermeiden wollte, daß man diese anderen Energiearten bei der Transformation einschaltet. Sie würden niemals den Dissipationsprozeß verhindern, sondern könnten ihn bestenfalls nur verzögern. So besteht beispielsweise für die elektrische Energie das Phänomen, das der mechanischen Reibung entspricht, als elektrischer Leitungswiderstand. Vermöge dieses Widerstandes verbraucht sich ein Teil der freien elektrischen Energie, die in Wärme übergeht, und nur ein Rest, der von der Beschaffenheit des ganzen Gebildes abhängig ist, bleibt für weitere Umwandlungen verfügbar. Deshalb machen wir auch unsere elektrischen Leitungen aus dem bestleitenden Metall, dem Kupfer, und nehmen sie so dick und widerstandsfrei, als sich durch ökonomische Gründe nur irgend rechtfertigen läßt.

Nur noch zwei Energiearten verlangen ein paar Worte besonderer Betrachtung, weil sie vermöge des besonderen Zeitmaßes ihrer Zerstreuung eine besondere Rolle spielen. Das ist einerseits die strahlende Energie (die wir teilweise als Licht kennen) und andererseits die chemische Energie, bei welcher jüngst einige Dissipationserscheinungen von ganz besonders interessanter Beschaffenheit bekannt geworden sind.

74. Die strahlende Energie. Die physikalischen Forschungen der letzten Jahrzehnte haben es mit großer Sicherheit ergeben, daß das Licht oder die Strahlung im allgemeinen (man versteht auch die sogenannte strahlende Wärme darunter, die übrigens ihrer Natur nach durchaus keine Wärme ist, sondern eine dem Licht durchaus nahverwandte Erscheinung, die nur wie dieses sehr leicht in Wärme übergeht), eine elektromagnetische Schwingungserscheinung ist, d. h. daß es aus zwei Formen der Energie, der elektrischen und der magnetischen besteht, die in rhythmischem Wechsel außerordentlich schnell sich gegenseitig inein-

ander umwandeln und vermöge dieses Rhythmus und den übrigen damit im Zusammenhange stehenden Eigenschaften die charakteristischen Eigentümlichkeiten des Lichtes und der Strahlung überhaupt zeigen. Die strahlende Energie ist insofern bemerkenswert, als sie sich in endlicher Zeit durch den Raum bewegt, allerdings mit der sehr großen Geschwindigkeit von 3.10^{10} cm in der Sekunde. Die jüngsten Forschungen der Physik haben nun mit der größten Wahrscheinlichkeit ergeben, daß diese Geschwindigkeit die größte ist, welche überhaupt physisch innerhalb unserer Welt möglich ist. Dies folgt daraus, daß sich Unmöglichkeiten ergeben, wenn man für irgendein Gebilde noch größere Geschwindigkeiten annimmt. Es ist dies ein theoretisch höchst bemerkenswertes Resultat, welches uns erkennen läßt, daß wenigstens nach dieser Richtung eine Extrapolation ins Unendliche nicht statthaft ist.

Es ist durchaus wahrscheinlich, daß dieses nicht die einzige notwendige Endlichkeit ist, welche wir in der Gesamtheit der uns bekannten Natur antreffen werden. Vielmehr ist durchaus zu vermuten, daß auch sonst in mancher, vielleicht in jeder anderen Beziehung die Unendlichkeit durch Schranken begrenzt ist, welche durchaus im Gebiet des für uns Anschaubaren, Meßbaren und Ausdrückbaren liegen. Wenn diese Vermutung sich allgemein bestätigen sollte, so würden sich, wie man alsbald erkennt, daraus ungemein wichtige Konsequenzen ergeben. Vor allen Dingen die, daß jede Frage nach dem Unbegrenzten oder Unendlichen an und für sich sinnlos ist, und daß die Widersprüche, welche die schweifende Phantasie der früheren Denker an diesen Begriff gehängt hat, notwendige Resultate dieser naturwidrigen Extrapolation sind.

Hier interessieren uns die Strahlungserscheinungen dadurch insbesondere, daß sie fast die einzige Form darstellen, in welcher die Energie zwischen den verschiedenen kosmischen Systemen verkehrt. Durch die Strahlung erlangen wir insbesondere auf der Erde die gesamte Betriebsenergie für sämtliches Geschehen. Wir sind bekanntlich Sonnenkinder im eigentlichsten Sinne des

Wortes; denn sowie die Strahlung der Sonne aufhören würde, müßte auf der Ende nicht nur alles Leben, sondern es müßten auch alle meteorischen Erscheinungen, alle Bewegungen der Luft und des Wassers aufhören, und die Oberfläche der Erde würde ebenso tot daliegen, wie wir dies für die Oberfläche des Mondes annehmen. Also diese Strahlung von großer aber endlicher Geschwindigkeit ist das eigentliche Band, welches das ganze Weltall, soweit wir es kennen, verbindet. Insbesondere haben wir ja auch von den Sternen gar keine andere Nachricht als diejenige, die sie uns in Gestalt von Strahlen zusenden. Wir können diese Gestirne nur sehen, sei es direkt mit dem Auge, sei es unter Benutzung von künstlichen Hilfsmitteln, Teleskop oder photographischer Platte, aber irgendein anderes Verhältnis unserer Sinnesorgane zu diesen fernen Gebilden kennen wir nicht und können wir uns auch nicht vorstellen.

75. Der Strahlungsdruck. Eine besonders interessante Seite der strahlenden Energie betätigt sich, wenn sie bei ihrem Durcheilen des Weltraumes diejenigen kleinsten Teilchen der Stoffe erreicht und beeinflußt, die sich von den kosmischen Körpern langsam und stetig ablösen und durch Diffusion im Weltraum zerstreuen. Arrhenius hat in seiner früher erwähnten Schrift auseinandergesetzt, daß durch diese Wirkung der Strahlung die bestrahlten Teilchen gedrückt und in Bewegung gesetzt werden, und daß dann Vorgänge auftreten können, welche sich der Dissipation, wie wir sie an den irdischen Phänomenen kennen, gerade entgegengesetzt verhalten. Ich bin für meine Person noch nicht vollständig überzeugt, daß diese Überlegungen an allen Stellen gegen jeden möglichen Einwand hinreichend gesichert sind; ich halte es noch nicht für bewiesen, daß jede mögliche Dissipation bei den von ihm betrachteten Gesamterscheinungen ausgeschlossen oder in Rechnung gestellt ist. Aber wir haben uns ja bereits überzeugt, daß für das Problem der Endlichkeit oder Unendlichkeit der Dauer des menschlichen Geschlechtes und der menschlichen Kultur diese Betrachtungen nicht weiter ins Gewicht fallen. Wir hätten, wenn meine Auffassung richtig ist, in diesen Sonderphäno-

menen nur eine Reihe von Erscheinungen, die die endliche Dissipation der Energie über den ganzen Weltraum vielleicht ziemlich beträchtlich aufhalten können, die sich aber dieser Gesamttendenz zuletzt nicht entziehen würden.

76. Die chemische Energie. In einem ganz bestimmten und charakteristischen Gegensatz zur Strahlungsenergie steht diejenige Energie, welche wir die chemische nennen und welche dann zur Geltung kommt, wenn die verschiedenen Stoffe aufeinander wirken, um sich in andere mit anderen Eigenschaften zu verwandeln. Hierbei treten im allgemeinen größere oder geringere Energiemengen im freien Zustande auf und diese Energiebeträge sind es, welche als eigentliches Energiekapital, d. h. als gefaßte und von Hand zu Hand gehende Energie auf der Erdoberfläche Geltung haben. Während die Strahlung in unaufhaltsamer Geschwindigkeit durch den Raum davoneilt und wir keinerlei Mittel haben, irgendwie erhebliche Mengen davon einzufangen und aufzubewahren (sie verwandelt sich unaufhaltsam in Wärme, wenn man sie einzusperren sucht), hat die chemische Energie umgekehrt wieder den Charakter der größten Dauerhaftigkeit oder Aufbewahrbarkeit. Am deutlichsten tritt das in den fossilen Brennmaterialien, den Steinkohlen und Braunkohlen zutage, welche transformierte Strahlungsenergie darstellen, die vor Hunderttausenden von Jahren von Pflanzen aufgefangen und in chemische Energie umgewandelt worden ist, und nun in dieser Gestalt unter langsamer Umgestaltung aus dem ursprünglichen Pflanzenmaterial in die schwarze Kohle durch diese sehr lange Zeit sich hat aufbewahren lassen.

Die chemische Energie ist also von allen uns bekannten Formen die kapitalisierbarste, diejenige, welche sich am längsten einsperren und handhaben läßt, ohne an Wert und Betrag erheblich abzunehmen. Absolut unverwüstlich ist sie allerdings nicht, aber der Zeitmaßstab ihrer allmählichen Entwertung ist doch so außerordentlich groß, daß sie praktisch als unveränderlich behandelt wird. Daher ist auch das Gold, d. h. eine ganz bestimmte, verhältnismäßig seltene und ganz besonders unveränderliche Form der

chemischen Energie der Urtypus alles Kapitals, welches seinerseits nichts als aufgespeicherte und transportfähig gemachte Energie darstellt. In dieser Energie haben wir also den Gegensatz zur strahlenden; sie ist das kräftigste Mittel zur Verlangsamung der Dissipationsvorgänge und es liegt durchaus im Wesen dieser Verhältnisse, daß die kostbarsten Objekte, die wir auf Erden kennen, Gold und Edelsteine, sich eben durch ein ganz gewöhnlich hohes Maß von Unveränderlichkeit beim Aufbewahren auszeichnen. Diese Unveränderlichkeit ist so groß, daß wir tatsächlich keine Abnahme ihres Betrages und Wertes im Lauf all der Zeiten konstatieren können, die wir geschichtlich überblicken. Damit haben wir den äußersten Pol der Langsamkeit in der Dissipation der Energie konstatiert.

Aber wir brauchen nur von diesen wenigen auserwählten Objekten zu andern ähnlich, wenn auch nicht ganz so wertvollen überzugehen, um uns zu überzeugen, daß auch hier die Dissipation unaufhaltsam eintritt. Schon die weniger edlen Metalle wie Silber, Kupfer oder gar Eisen unterliegen einer langsamen Beanspruchung durch ihre Umgebung, sie oxydieren sich oder rosten und bedürfen dann einer neuen Energieaufwendung, um in ihren früheren Zustand wieder zurückgeführt zu werden. Und diese Veränderlichkeit steigert sich dann weiter und weiter bis zu den explosiven Stoffen, bei denen große Energiemengen in einem höchst wenig stabilen Zustande dergestalt aufgehäuft sind, daß sie in jedem Augenblick zu plötzlicher Entwicklung gebracht werden können. Also beruht auch der andere große Faktor unserer gegenwärtigen Kultur oder vielmehr Unkultur, die Kriegswaffe, ganz und gar auf chemischer Energie, allerdings in ihrer möglichst gegenteiligen Form. Damit wird genug gesagt sein, um das ganz besondere Interesse zu rechtfertigen, das von unserem Standpunkt aus an diese Energieart geknüpft werden muß.

77. Die radioaktiven Stoffe. Die wunderbarsten aller chemischen Erscheinungen, die man gegenwärtig kennt, die freiwilligen Umwandlungen der radioaktiven Stoffe, haben nicht zum wenigsten deshalb das Erstaunen der Chemiker und

auch der Laien in so hohem Maße hervorgerufen, weil sie in einem ausgeprägten Gegensatze zu der konservativen Natur der chemischen Energie stehen, welche wir eben einer eingehenderen Betrachtung unterzogen haben. Ein Stoff wie Radium oder irgendeine seiner Verbindungen hat bekanntlich die Eigenschaft, daß er niemals in Ruhe ist, daß er beständig Energie aus sich heraus entwickelt, die entweder die Form verschiedenartiger Strahlungen oder genauer Strömungen annimmt, oder aber, wenn man das Austreten dieser Ströme (durch etwa dicke Bleiwände) verhindert, in die Universalform aller zerstreuten Energie, in Wärme übergeht, welche sich auch hier als Rumpelkammer für alle unbrauchbar gewordenen Energieformen erweist. Wir haben hier den Fall, daß die chemische Substanz allein in sich selbst ungeheure Energievorräte birgt, während in den bisher bekannten chemischen Fällen immer zwei oder mehr Elemente dazu gehörten, um zu einer Entwicklung von chemischer Energie Anlaß zu geben. Hier sind es also die Elemente selbst, welche ihre elementare Natur verleugnen, und nicht etwa wie die anderen altbekannten ruhigen Elemente über alle Zeit hinaus ihre Beschaffenheit bewahren, sondern sich sprunghaft in andere Elemente geringeren Energieinhaltes verwandeln. Wir haben es also hier wiederum mit einer typischen Dissipationserscheinung zu tun; denn unter den Verwandten des Radiums, die mit geringerer Lebensdauer ausgestattet sind (es gibt solche, welche nur drei oder vier Sekunden lang existieren und schon nach Verlauf dieser kurzen Frist zum allergrößten Teil sich in andere Stoffe verwandelt haben), finden wir einzelne, welche das Gegenteil dieser Stabilität besitzen, und daher den allgemeinen dissipativen Charakter der anderen Energien, welcher bei der chemischen Energie einigermaßen verschwunden schien, wiederum auf das deutlichste zur Geltung, wir dürfen nicht sagen zu Ehren bringen.

78. Der Sinn des Geschehens. Unterziehen wir die in diesem Kapitel angestellten Betrachtungen einem zusammenfassenden Rückblick, so werden wir zunächst summarisch konstatieren können, daß das Gesetz der Dissipation sich über alle möglichen

bekannten Formen der Energie erstreckt. Der Vorgang erfolgt in einzelnen Fällen schneller, in anderen Fällen langsamer, wir haben aber keinen einzigen Fall ohne Dissipation kennen gelernt. Der Endzustand ist die Brownsche Bewegung, die technisch und somit praktisch für irgendwelche Arbeitsleistung nicht in Frage kommen kann. Bei allen Energien von endlicher Dimension, von gewöhnlicher irdischer Beschaffenheit besteht aber die Dissipation und wir werden generell aussprechen: bis zu diesem Zustande gleichförmiger Temperaturverteilung, bei welchen die Molekeln der Körper nur noch ihre thermischen Bewegungen machen, muß jedenfalls die Dissipation stattfinden. Was dann noch an Mannigfaltigkeit übrig bleibt, beschränkt sich auf diesen weiterhin unveränderlichen Zustand allerhöchster Unordnung.

Hiernach werden wir in allem physischen Geschehen, in dem gesamten Verhalten der ganzen unorganischen Welt zunächst zwar nicht einen Willen oder ein Wählen oder gar ein Wollen konstatieren können, wohl aber eine bestimmte Tendenz oder Richtung. So mannigfaltig, so unerschöpflich vielseitig das physische Geschehen sich auch unserem staunenden Auge darstellen mag, es hat in allen seinen Teilen vom größten bis zum kleinsten einen ganz bestimmten stets wiederkehrenden und nie sich ändernden Charakter. Es besteht ein bestimmter Sinn des Geschehens, welcher niemals in den umgekehrten verwandelt werden kann. Darin unterliegt alles Geschehen einer Tendenz, die ihm naturgemäß anhaftet, und von der es ebenso naturgemäß oder naturgesetzlich niemals befreit werden kann. Diese Tendenz ist die der zunehmenden Dissipation, und die Tatsache, daß niemals ein Geschehnis denkbar und möglich erscheint, bei welchen die Dissipation etwa abnähme, beschränkt den Kreis der möglichen Geschehnisse, wie sie durch eine kombinatorische Rechnung aller Denkbarkeiten sich ergeben würden, in ganz bestimmter Weise. Man kann jedesmal sagen: von allen denkbaren Veränderungen des betrachteten Gebildes sind jene, bei denen die Dissipation konstant bleiben oder abnehmen würde, vollkommen und unter allen Umständen ausgeschlossen. Das wirkliche Geschehen kann

sich also nur innerhalb jener Möglichkeiten bewegen, bei denen die Dissipation zunimmt.

Deshalb kann man bereits im Gebiete des Anorganischen in ganz bestimmter Weise von einem Sinn des Geschehens sprechen. Nicht zwar einem „Sinne" in der Bedeutung eines gedanklichen oder wollenden Prinzipes, wohl aber in der Bedeutung, wie es in der Geometrie oder Mechanik benutzt wird, wo man etwa die Bewegung der Zeiger einer Uhr als rechtsläufig oder im „Uhrzeigersinne" erfolgend kennzeichnet und den entgegengesetzten „Drehungssinn" von dem ersten unterscheidet. Dies bescheidene Maß von Sinn ist aber allem anorganischen Geschehen unbedingt und unabstreifbar eigen. Alles anorganische Geschehen unterliegt jenem allgemeinen Typus, daß der ursprüngliche Betrag von freier oder verwandelbarer Energie immer kleiner und kleiner wird. Der Sinn alles Geschehens ist solange auf Abnahme der freien Energie gerichtet, bis schließlich jene vollständige Gleichförmigkeit des Zustandes, jene maximale Unordnung aller übriggebliebenen Bewegung eingetreten ist, die als Grenzfall mit der charakteristischen Eigenschaft ausgestattet ist, daß sie von sich aus keiner denkbaren und möglichen weiteren Veränderung unterliegt, daß in ihr also alles weitere Geschehen grundsätzlich aufgehört hat.

79. Die Wertstufen der Energie. Die Gesamtheit dieser Betrachtungen lehrt uns, daß wenigstens für den Menschen die verschiedenen Energiearten nicht gleichwertig sind. Sehr geringwertig ist die Wärmeenergie; denn wir haben ja gesehen, daß alle übrigen Energien sich beständig mindestens teilweise in Wärme verwandeln, während die Umwandlung der Wärme in mechanische Arbeit (und was für die mechanische Arbeit gilt, gilt in ganz entsprechender Weise für alle anderen Energiearten) nur bruchstückweise und unter erheblichen Schwierigkeiten erfolgt. Hieraus ergibt sich trotz des Gesetzes von der Äquivalenz der Energie, d. h. trotz des Gesetzes, daß die gleichen quantitativ gemessenen Mengen der verschiedenen Energiearten sich auseinander bei ihren gegenseitigen Umwandlungen ergeben, eine un-

zweideutige Stufenleiter der Werte der Energie. Wenn wir bei einem höchst vollkommenen modernen Explosionsmotor etwa dreißig Prozent der als Verbrennungswärme entwickelten Energie des explodierenden Benzins in Gestalt von mechanischer Arbeit erhalten, also ein knappes Drittel, während mehr als zwei Drittel der gesamten Energie unbenutzt verloren gehen, so halten wir ihn für eine sehr vollkommene Maschine, weil die früheren Wärmekraftmaschinen, insbesondere die Dampfmaschinen, uns an noch weit geringere Ausbeute gewöhnt haben. Somit ist die mechanische Arbeit an und für sich auf Grund dieser Verhältnisse schon mindestens dreimal, unter Berücksichtigung der notwendigen Spesen aber vier- bis fünfmal wertvoller, als es die Wärmeenergie ist.

Aus der mechanischen Energie können wir weiterhin elektrische erhalten, wobei die Spesen sehr viel kleiner sind. Wir bekommen leicht neun Zehntel der mechanischen Energie in Gestalt von elektrischer heraus. Somit wird die elektrische auch nicht sehr viel höher im Werte anzusetzen sein, als die mechanische. Aber aus dem elektrischen Strom machen wir z. B. in unseren Glüh- und Bogenlampen Licht, und hier ist wiederum der Bruchteil von Licht oder strahlender Energie, die wir aus der elektrischen erhalten, sehr ungünstig. Er ist tatsächlich noch ungünstiger als bei der Umwandlung der Wärme in mechanische Energie. Somit werden wir das Licht als mindestens zehnmal wertvoller für den gleichen quantitativen Betrag anzusetzen haben, als es die schon an sich recht wertvolle Form der elektrischen Energie ist. In ähnlicher Weise werden wir für die verschiedenen anderen Energiearten derartige Stufenleitern entwickeln können. Um jetzt schon hinzudeuten, wo die höchsten Wertstufen liegen, sei betont, daß die chemische Energie nicht eine einheitliche Energieform ist, wie das die vorher beschriebenen gemäß ihrer Definition sind, sondern daß es zunächst grundsätzlich soviel verschiedene und daher verschiedenwertige Arten der chemischen Energie gibt, als es chemische Elemente gibt, also mindestens achtzig. Hierzu kommt noch die unabsehbar große Mannigfaltigkeit der zusammengesetzten Stoffe, der chemischen Verbindungen, deren Gewinnung

sehr häufig an ganz besondere, eigentümliche und eigensinnige Voraussetzungen geknüpft ist, welche aufzudecken der chemischen Wissenschaft nur zu einem sehr kleinen Teil gelungen ist. So kommt es, daß gewisse Formen der chemischen Energie, die sich uns in Gestalt von bestimmten chemischen Stoffen darstellen, unvergleichlich viel höhere Werte annehmen als die eben erörterten gewöhnlicheren und einfacheren Formen der Energie. Die allerhöchsten Werte aber endlich konstatieren wir nicht in dem Gebiete des Anorganischen, sondern in dem des Lebendigen und insbesondere in dem des Geistigen. Wir werden es später ausführlich zu erörtern haben, daß auch alle Lebensleistungen bis zu den höchsten hinauf sich als Energietransformationen auffassen lassen und daß es sich bei diesen lebenden Transformatoren um sehr bestimmte und eigenartige Bedingungen handelt, von denen einige nur äußerst selten vorkommen. Das Rohmaterial an chemischer Energie in Gestalt von Nahrung ist dasselbe bei dem Toren wie bei dem Weisen, dasselbe bei dem geistlosen Bureaumenschen wie bei dem höchsten schöpferischen Genius. Nur der Transformator selbst, insbesondere das Gehirn, ist bei diesen verschiedenartigen Menschen wesentlich verschieden und demgemäß verschieden fallen denn auch die energetischen Transformationsprodukte, die geistigen Leistungen aus.

Dieser Vorblick in erst später zu erörternde Verhältnisse ist bereits hier eingeschaltet worden, um auf den wichtigen Gesichtspunkt der Wertabstufung der Energien so früh und energisch wie möglich hinzuweisen. Das Wort Äquivalenz der Energie, welches die Physik eingeführt hat, drückt ja nur einen Teil des wirklichen Tatbestandes aus. Diese Äquivalenz bezieht sich nämlich nur auf die quantitativen Messungsergebnisse ohne jede qualitative Beurteilung oder Differenzierung. Läßt man die Qualität, die verschiedene Art, die verschiedene Häufigkeit, die verschiedene Schwierigkeit der Erstellung der verschiedenen Energieformen in den Vordergrund treten, so lagert sich über diese rechnungsmäßige oder mechanische Äquivalenz eine außerordentliche Mannigfaltigkeit von Wertabstufungen, die von der gewöhnlichsten

und wertärmsten Form der Energie hinaufführt bis zu den allerseltensten und kostbarsten Formen, zu denjenigen, von denen die Kulturfortschritte der gesamten Menschheit abhängen.

Elftes Kapitel.

Die Lebenserscheinungen.

80. Das Wesen des Lebens. Wenn man sich in den Lehrbüchern der Biologie über die charakteristische Beschaffenheit der Lebenserscheinungen orientieren will, so stößt man auf wenig Übereinstimmung. Die verschiedenen Forscher definieren im allgemeinen das Leben ganz verschiedenartig, wobei eine gewisse Anzahl von Bestimmungen, wie namentlich Ernährung und Fortpflanzung den verschiedenen Definitionen gemeinsam sind; andere als grundlegend angesehene Begriffe dagegen, wie etwa Stoffwechsel oder Kohlenstoffoxydation, erweisen sich als unzureichend, um die Lebenserscheinungen von anderen ähnlichen Vorgängen charakteristisch zu unterscheiden. Klarheit und Eindeutigkeit bringt hier wie in so vielen anderen Fällen erst die energetische Betrachtung. Diese lehrt uns zunächst, daß alle Lebewesen stationäre energetische Gebilde darstellen. Das Wort „stationär" bedeutet, daß eine verhältnismäßige Beständigkeit des betrachteten Gebildes besteht, obwohl dieses Gebilde tatsächlich nicht im Ruhezustande ist, sondern in seinen Teilen einer beständigen Veränderung unterliegt. Während beispielsweise ein Stein, der auf einem Tische ruht, ein stabiles Gebilde darstellt, weil alle seine Teile in einem Ruhezustande sind und man nicht von irgendeinem Teile sagen kann, daß an seine Stelle demnächst ein anderer und ein dritter und vierter treten wird, so ist andererseits ein Wasserstrahl ein stationäres Gebilde. Er sieht bei flüchtiger Betrachtung ebenso stabil, d. h. unveränderlich aus wie der Stein, bei genauerer Betrachtung aber stellt sich heraus, daß diese konstante äußere Gestalt nicht dadurch erzielt wird, daß alle Teile

ruhen, sondern dadurch, daß alle Teile dieselben Bewegungslinien durchmessen. Dadurch wird die äußere Begrenzung des Gebildes (wenigstens bis zu dem Punkt, wo er sich in Tropfen auflöst) unveränderlich in der Zeit, während doch jeder einzelne Punkt einer unaufhörlichen Bewegung, d. h. Veränderung unterliegt. Ebenso ist eine Flamme kein stabiles, sondern ein stationäres Gebilde, denn auch in ihr ändern sich und bewegen sich alle Teilchen unaufhörlich. Beständig wird Gas gebildet durch die chemische Zersetzung des Materials, aus welchem die Kerze besteht, und dieses Gas verbindet sich dann während des Aufsteigens vermöge der erhöhten Temperatur mit dem Sauerstoff der Luft. In dem Maße wie die Gasmenge sich durch Verbrennung vermindert, wird notwendig die Flamme schmäler, woher denn ihre kegelförmige Gestalt mit der Spitze rührt. Auch diese Gestalt erhält sich unbegrenzt, solange das Material, aus welchem die Flamme ihre chemische Nahrung zieht, zugeführt wird, und gewährt für den flüchtigen Anblick gleichfalls die Vorstellung eines stabilen, d. h. in allen seinen Teilen unveränderlichen Gebildes. Während also das stabile Gebilde durch ein unveränderliches Sein gekennzeichnet ist, ist das stationäre Gebilde durch ein unveränderliches Geschehen gekennzeichnet.

Dieses bedeutet aber, wie man aus der Anwendung der Energiebegriffe auf diese beiden Fälle alsbald erkennt, einen grundsätzlichen Unterschied. Ein Experiment wird diesen Unterschied sofort anschaulich machen. Bringen wir durch irgendeinen Schlag oder Schnitt oder sonst eine gewaltsame Verletzung eine Änderung auf einem stabilen Gebilde, z. B. dem Stein, hervor, so behält er die neue Gestalt, die er durch diesen Eingriff gewonnen hat, weiterhin unverändert bei und wird sie dann erst ändern, wenn neue derartige Eingriffe geschehen. Versuchen wir aber andererseits unsere Flamme oder den Wasserstrahl mittels irgendeines festen Gegenstandes zu verletzen, so wird allerdings, solange dieser Gegenstand sich im Innern des stationären Gebildes befindet, dessen Gestalt abgeändert sein; sowie aber der Gegenstand entfernt wird, so nimmt nach wenigen Augenblicken das stationäre

Gebilde seine frühere Gestalt wieder an. Er hat also die Verletzung, die ihm zugefügt worden ist, automatisch ausgeheilt, während eine Verletzung, die an einem stabilen Gebilde zugefügt worden ist, nie von sich aus heilen kann.

Man begreift alsbald die Ursache des Unterschiedes. Sie liegt in der Begriffsbestimmung selbst klar zutage; denn da sich die verschiedenen Teilchen in einem stationären Gebilde beständig erneuern, so werden bei einer eingetretenen Störung alsbald diese gestörten Teilchen entfernt und durch neue ersetzt werden, die unter denselben Bedingungen wie früher in dem Gebilde sich bewegen und daher auch die frühere Gestalt wieder herstellen.

Ein weiterer wichtiger Punkt, der ebenfalls durch die energetische Betrachtung alsbald klar wird, liegt in folgendem. Ein stabiles Gebilde enthält die Energien, aus denen es besteht, in ruhender Dauerform und bedarf keines Energieverkehrs irgendwelcher Art sowohl zwischen seinen einzelnen Teilen wie insbesondere mit der Außenwelt. Ja ein solches Gebilde schließt einen solchen Energieverkehr nach der Außenwelt aus; denn wenn er stattfände, so würde das Gebilde nicht stabil sein, sondern entsprechend dem Verkehr sich ändern. So ist etwa der Stein, den wir betrachtet haben, nicht vollständig stabil, wenn er im Freien liegt. Er wird bei Regenwetter naß, bei Sonnenschein warm werden, er wird also seine Eigenschaften je nach der Änderung der äußeren Bedingungen, d. h. je nach der energetischen Beeinflussung, die er erfährt, von Zeit zu Zeit ändern. Wir betrachten ihn dennoch als stabil, weil er bei gleichartiger Beschaffenheit dieser äußeren Bedingungen auch einen gleichartigen Zustand aufweist. Eine Flamme oder ein Wasserstrahl aber kann nicht für sich dauernd existieren, wenn nicht unaufhörlich das gasförmige Brennmaterial oder das flüssige Wasser dem Gebilde beständig zugeführt wird. Diese Zuführung ist natürlich deshalb unbedingt notwendig, weil ja jeder Teil des Gebildes einer beständigen einseitigen Bewegung unterworfen ist, der ihn in bestimmter Frist aus dem Gebilde entfernt, worauf seine Stelle durch die

nachtretenden Teilchen ersetzt wird. Es ist also für die Erhaltung eines stationären Gebildes eine unaufhörliche Nachlieferung von Energie erforderlich, sei es als wägbare Materie, sei es in irgendwelcher anderen Form. Wir werden die gleiche Eigenschaft als charakteristisch und wesentlich für die Lebewesen alsbald zu kennzeichnen haben.

81. Ernährung und Vermehrung. Die beständige Zuführung neuen Materials, neuer Energie, aus denen ein stationäres Gebilde besteht, nennen wir Ernährung, wenn es sich um Lebewesen handelt. Die Ernährung ist begriffsmäßig eine notwendige Voraussetzung des stationären Zustandes. Infolgedessen verlangen alle stationäre Gebilde, auch solche, die nicht Lebewesen sind, eine unaufhörliche Erneuerung des Materials, d. h. der Energie. Deshalb sind alle nichtorganischen stationären Gebilde einem früheren oder späteren Untergang ausgesetzt, dessen Eintrittszeit natürlich davon abhängt, wie schnell oder langsam das Gebilde die ihm zugeführten Stoffe und Energien verbraucht. So ist beispielsweise das Planetensystem, das sich um die Sonne bewegt, in einem bestimmten Sinn ein stationäres Gebilde; denn es ist unaufhörlich in Bewegung, ohne sich über den Umkreis bestimmter Bewegungsmöglichkeiten jemals hinaus zu entfernen. Hier findet keine Zuführung von Energie statt, aber das Gebilde erscheint stationär, weil der Energieverbrauch so außerordentlich klein ist, daß er sich bisher überhaupt der Messung entzogen hat. Es ist also hier ein praktisch stationärer Zustand erreicht, weil eine Erneuerung der unmerklich wenig verbrauchten Energien nicht erforderlich ist. Dieses stellt den äußersten Grenzfall dar, wo die „Nahrung" praktisch auf Null reduziert ist, wo aber auch theoretisch ein früheres oder späteres Ende als unbedingt notwendig vorausgesagt werden muß.

Im Gegensatz dazu sichern sich die Lebewesen ihre stationäre Beschaffenheit dadurch, daß sie die erforderlichen wägbaren Stoffe und die Energien, die zur Aufrechterhaltung des stationären Zustandes erforderlich sind, sich selbsttätig beschaffen. Wie sie das tun, wie die Fähigkeit bei ihnen

entstanden sein mag und sich ausgebildet hat, wird uns später beschäftigen. Hier genügt es, wenn wir einsehen, daß diese automatische Nahrungsbeschaffung eine unbedingte Voraussetzung für die Möglichkeit ist, daß solche Gebilde überhaupt entstehen und bestehen können.

Außer den Lebewesen bilden sich auf der Erde unaufhörlich unzählige andere Gebilde aus, welche vorübergehend mehr oder weniger stationär sind. Da sie aber alle nicht die Fähigkeit automatischer Nahrungsbeschaffung haben, so sind sie nicht tatsächlich stationär, sondern nur pseudostationär oder halbstationär und verschwinden deshalb nach Verbrauch ihrer Vorräte endgültig vom Erdboden, um ganz neu erzeugt werden zu müssen, wenn sie etwa später einmal wieder auftreten sollten. Indessen ist auch bei stationären Gebilden mit automatischer Nahrungsbeschaffung die Möglichkeit eines gelegentlichen Unterganges durch das Eingreifen irgendwelcher zerstörender Vorgänge nicht ausgeschlossen. Wir würden also auch selbst in einem solchen Falle damit rechnen müssen, daß derartige Gebilde früher oder später verschwinden und daß spätere Beobachter von ihrer Existenz überhaupt nichts mehr erfahren würden.

Denkt man sich nun das Gebilde mit der besonderen Eigenschaft ausgestattet, daß es außer der Fähigkeit automatischer Nahrungsbeschaffung noch die Fähigkeit hat, aus dem aufgenommenen substantiellen und energetischen Material neue Gebilde von ähnlicher Beschaffenheit herzustellen, die für sich eine eigene Existenz annehmen können, und gleichfalls mit automatischer Nahrungsbeschaffung und der Fähigkeit der Erzeugung neuer übereinstimmender Gebilde ausgestattet sind, so haben wir die Bedingungen vereinigt, welche wir bei den Lebewesen tatsächlich erfüllt sehen.

Auch hier brauchen wir zunächst noch nicht nach dem Wie zu fragen, es genügt uns vorläufig die Erkenntnis, daß nur solche stationäre Gebilde, welche mit den beiden Fähigkeiten der automatischen Nahrungsbeschaffung und der gleichartigen Vermehrung ausgestattet sind, uns in der Weise bekannt werden können, wie wir das an den Arten der Pflanzen und Tiere gewohnt

sind. Der eine oder der andere Mangel an diesen beiden Fähigkeiten würde die Generationslinie eines solchen Wesens alsbald abschneiden, und ein solcher Organismus müßte ebenso aussterben, wie beispielsweise jedes mißgebildete Exemplar irgendeines organischen Stammes, welches zur Nahrungsaufnahme oder zur Fortpflanzung nicht fähig ist, ein Ende seiner Linie bedeutet, die sich der ferneren Beobachtung durch den Menschen entzieht.

Wir kommen also zu der schließlichen Definition der Lebewesen: Lebewesen sind stationäre Gebilde mit der Fähigkeit automatischer Nahrungsbeschaffung und mit der Fähigkeit der Neubildung ähnlicher Gebilde, der Zeugung. Dies sind die endgültigen und charakteristischen Eigenschaften der Lebewesen, wie sie unter allen Umständen, etwa auch auf anderen Planeten oder vielleicht sogar Sonne, vorhanden sein müßten. Die besonderen Existenzbedingungen auf der Erdoberfläche haben aber bewirkt, daß außer diesen Grundeigenschaften der Lebewesen sich noch besondere Nebeneigentümlichkeiten ausgebildet haben, welche man, wenn man will, als besondere Ausführungsformen, als mehr oder weniger zufällige Varianten dieser prinzipiellen Organisation auffassen kann.

82. Die irdischen Lebewesen. Ein stationäres Gebilde setzt einen beständig zugänglichen Vorrat von freier oder umwandlungsfähiger Energie voraus, die den stationären Zustand aufrecht erhält und beim Durchgang durch das Gebilde sich in zerstreute Energie verwandelt. Ein stationäres Gebilde ist also mit anderen Worten ein systematisierter Dissipationsvorgang, der an ein bestimmtes physisches Gebilde gebunden ist, und in diesem in so übereinstimmender Weise vor sich geht, daß das Gebilde, solange der Prozeß ungestört stattfindet, den Eindruck eines stabilen Körpers macht. Nun ist die primäre Form der freien oder dissipationsfähigen Energie, welche auf der Erdoberfläche zugänglich ist, die der Sonnenstrahlung. Wenn also auf der Erde Lebewesen irgendwelcher Art existieren sollen, so muß ihr energetischer Haushalt auf der Verwertung der Sonnenstrahlung begründet sein. Die ersten Lebewesen also, die wir auf der

Erde zu erwarten hätten, wären irgendwelche „Sonnentierchen", d. h. Gebilde, die direkt von der Strahlung leben. Hier kommt nun aber der Umstand hindernd in die Quere, daß wir auf der Erdoberfläche im allgemeinen (die besonderen Verhältnisse in den Polarregionen abgerechnet) alle vierundzwanzig Stunden einen regelmäßigen Wechsel von Licht und Dunkelheit haben, d. h. daß die Sonnenstrahlung nur während eines Teils der Tagesperiode auf den betreffenden Punkt der Erdoberfläche fällt und während der übrigen Zeit, der Nacht, ausbleibt. Denken wir uns also irgendeinen Organismus (der natürlich sehr abenteuerliche und ungewohnte Form haben würde), welcher von den Sonnenstrahlen direkt lebt (etwa ein Crookesches Lichtmühlchen, das sich unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen dreht und auf irgendeine Weise dadurch Nahrungsbeschaffungs- und Reproduktionsfähigkeit besitzt), so würde ein solches Lebewesen alle vierundzwanzig Stunden einmal sterben und wieder von neuem auferstehen müssen. Es würde seine regelmäßige Tätigkeit nur so lange durchführen können, als die Sonne scheint, und untergehen, sobald die Sonne untergegangen ist. Eine andere Möglichkeit braucht nur der Vollständigkeit wegen erwähnt zu werden: wir könnten uns auch ein Sonnenwesen denken, welches die Eigenschaft besitzt, sich in vierundzwanzig Stunden um den ganzen Umfang der Erde herumzubewegen. Ein solches würde imstande sein, unaufhörlich die strahlende Energie, die es zur Erhaltung seines stationären Zustandes braucht, seitens der Sonne aufzunehmen.

Von solchen Wesen wissen wir nichts. Wir finden vielmehr, daß das Problem, wie man die Pausen der Sonnenstrahlung zu überbrücken hat, auf ganz andere Weise gelöst ist. Wir haben uns bereits davon überzeugt, daß die chemische Energie von allen möglichen Energiearten die beständigste, die aufbewahrbarste und kapitalisierbarste ist. So sehen wir, daß diejenigen Lebewesen, auf deren Wirkung alles Leben auf der Erde, wie es gegenwärtig vorhanden ist, beruht, mit einem Organ versehen sind, durch welches sie zunächst die strahlende Energie der Sonne in die chemische Energie umwandeln. Diese chemische Energie läßt

sich ohne erhebliche Verluste längere Zeit aufbewahren und kann infolgedessen dazu verwendet werden, während der dunklen, strahlungslosen Zeit den stationären Betrieb des Organismus aufrecht zu erhalten. Das Hilfsmittel dazu ist der Chlorophyllapparat der grünen Pflanzen. In ihm geht bekanntlich der chemische Prozeß vor sich, daß das Kohlendioxyd der Luft in Sauerstoff gespalten wird, welcher sich gasförmig der Luft mitteilt, und in Kohlenstoff, welcher mit dem gleichzeitig anwesenden Wasser sowie einigen anderen Elementen in zusammengesetzte chemische Verbindungen übergeht. Aus diesen baut sich dann der Pflanzenkörper nicht nur mechanisch auf, sondern sie dienen ihm auch als energetische Reserven für die Durchführung seiner Arbeit. So verbraucht die Pflanze zum Leben unaufhörlich, während sie nur in den hellen Tagesstunden den chemischen Aufspeicherungsprozeß vollziehen kann, die vorrätige chemische Energie, indem sie die kohlenstoffhaltigen Substanzen wieder verbrennt. Die Ausgabe von Kohlendioxyd, des Produktes dieser Verbrennung, ist daher ein unaufhörlicher und niemals unterbrochener Prozeß in der Pflanze. Er ist der eigentliche stationäre Lebensprozeß, welcher die Energie der Lebefunktionen hergibt, er wird aber ermöglicht und unterhalten durch die periodische Bildung von Vorräten chemischer Energie, welche nur während der Sonnenstrahlung vor sich geht. Will man sich ein anschauliches Bild von diesen Verhältnissen machen, so stelle man sich ein Wasserbecken vor, von dem ein tiefer liegender Springbrunnen gespeist wird, dessen Strahl ein stationäres Gebilde, entsprechend der lebenden Pflanze ist. Das Wasser wird in das Becken durch eine Pumpe geschafft, die durch einen Windmotor angetrieben wird. Wenn die Pumpe direkt auf den Springbrunnen wirkte, so würde dieser nur solange existieren, als Wind weht und die Pumpe betrieben wird. Durch die Einschaltung des Sammelbeckens wird aber der Springbrunnen unabhängig davon, ob eben Wind weht oder nicht, wenn nur der Gesamtverbrauch an Wasser höchstens soviel beträgt, als der Windmotor bei seinem unterbrochenen Betriebe pumpen kann. Hier ist also der intermittierende Wind der intermittierenden Sonnenstrahlung

zu vergleichen und der Wasservorrat im Sammelbecken dem Energievorrat der Pflanze in Gestalt oxydierbarer Stoffe.

83. Der Kreislauf des Lebens. Von diesen Vorräten lebt dann nicht nur die Pflanze selbst, welche sie herstellt, sondern die gesamte Organisation des Lebens auf der Erde beruht auf dem Umstande, daß die Pflanzen mehr Kapitalien in Gestalt von chemischer Energie sammeln, als sie selbst zu verbrauchen pflegen, und daß alle anderen Lebewesen, welche nicht grüne assimilierende und kapitalisierende Pflanzen sind, auf Kosten dieses von den Pflanzen gesammelten chemischen Energievorrats leben. Das letzte Umsetzungsprodukt dieser Lebenstätigkeit ist dann wieder das Kohlendioxyd, welches sich mit der atmosphärischen Luft vermischt und dann wieder von den grünen Pflanzen in der eben beschriebenen Weise zerlegt und in organische Substanzen nebst freiem Sauerstoff umgewandelt wird. Der freie Sauerstoff seinerseits, der sich der Atmosphäre mitteilt, dient wiederum, um durch die Verbindung mit der organischen Substanz in der eben angedeuteten Weise die Energie für den Betrieb sämtlicher Lebewesen zu liefern. So stellt sich das Leben auf der Erde als ein Umwandlungsprozeß der Sonnenstrahlung über die kapitalisierbare Form der chemischen Energie heraus. Der vielberufene „Kreislauf der Materie" durch Pflanze und Tier, den wir eben am Kohlenstoff geschildert haben, und der sich in ähnlicher Form an den übrigen organischen Elementen wiederholt, spielt nur die Rolle eines mechanischen Hilfsmittels für diesen Energiebetrieb, und die ganze Erscheinung läßt sich, wie ich schon wiederholt betont habe, vergleichen mit dem Betrieb einer Wassermühle, wo die Elemente das kreisende Rad darstellen, während das fallende Wasser, welches die Mühle im Betrieb erhält und also die Energie für alle die Vorgänge darin liefert, durch die Sonnenstrahlen dargestellt wird, welche als freie Energie auf die Erdoberfläche gelangen und dort durch die Maschine der Lebewesen der Dissipation unterliegen.

84. Funktionen der Lebewesen. Ein stabiles Gebilde kann keine Funktionen ausüben, weil ja begriffsmäßig Veränderungen

bei ihm ausgeschlossen sind; umgekehrt setzt die Möglichkeit von Funktionen die stationäre Organisation mit dem regelmäßigen Energiefluß voraus. Worin bestehen nun, grundsätzlich gesprochen, die Funktionen der Lebewesen? Zunächst in ihrer Erhaltung, für welche die Beschaffung der Nahrung, d. h. die Erwerbung der erforderlichen freien Energie das Wesentlichste ist. Die freie Energie findet sich im allgemeinen nicht überall und beliebig vor. Von den grünen Pflanzen wird sie aus der Strahlung ohne weiteres Suchen und ohne weitere Betätigung aufgenommen; von den anderen Lebewesen muß sie auf irgendeine Weise aufgefunden und in Besitz genommen werden. Dazu sind Bewegungen aller Art erforderlich, und diese können nicht ohne Aufwand mechanischer Arbeit vollzogen werden, so daß Einrichtungen, um mechanische Arbeit aus der kapitalisierten chemischen Energie herzustellen, überall fundamentale Organe der Lebewesen sind. Es kommt also darauf hinaus, daß die Lebewesen freie Energie fangen und aufnehmen zu dem Zwecke, dieses immer wieder von neuem tun zu können, d. h. um den stationären Zustand aufrecht zu erhalten. Die zweite Hauptfunktion der Lebewesen ist dann aber die Vermehrung oder Reproduktion, die ja, wie wir gesehen haben, eine Voraussetzung für die Arterhaltung selbst ist, weil ein zufälliger Untergang des Individuums nie ausgeschlossen werden kann. Dieses setzt einen neuen Aufwand von Energie und im allgemeinen auch von Stoffen voraus, welche gleichfalls nur durch den Verbrauch und die Dissipation einer entsprechenden Menge freier Energie der Nahrung beschafft werden können. In der einfachsten Gestalt wird diese Vermehrung in der Art vorgenommen, daß das Gebilde sich in ein Doppelgebilde von zwei gleichen Wesen umwandelt, die sich dann in dem gegebenen Augenblicke trennen und als zwei Einzelwesen an Stelle des vorher existierenden einzigen fortbestehen. Hier kann von einem Verhältnis zwischen Eltern und Kind nicht wohl die Rede sein, da die Teilung vollständig symmetrisch vor sich geht. Der Vorgang ist einfach ein Ergebnis einer Nahrungsaufnahme, welche den Verbrauch zur gewöhnlichen Lebensführung übersteigt.

Dadurch muß der Organismus über das normale Maß hinaus wachsen und wird zu einer Teilung in der eben beschriebenen Weise gezwungen. Auf diese beiden Funktionen reduziert sich tatsächlich die wesentliche Lebensbetätigung überall. Höchstens wird man geneigt sein, außer für Erhaltung und Reproduktion noch einen bestimmten Aufwand für Anpassung und Vervollkommnung anzusetzen. Unter Anpassung verstehen wir hierbei diejenigen Vorgänge, die in den Lebewesen eintreten müssen, um es lebensfähig zu erhalten, falls die äußeren Bedingungen, unter denen es existieren muß, andere geworden sind. Unter Vervollkommnung oder Entwicklung dagegen verstehen wir eine derartige Veränderung des Lebewesens, durch welche auch bei konstantem äußeren Milieu der Organismus sich diesem besser anpaßt und dadurch seinen eigenen Zustand verbessert.

Bekanntlich läßt die Paläontologie erkennen, daß eine Entwicklung zu „höheren" oder „vollkommeneren" Formen während der ganzen Geschichte des Lebens auf der Erde stattgefunden hat. Wodurch sind nun diese höheren oder vollkommeneren Formen gekennzeichnet? Zunächst durch eine größere Kompliziertheit ihrer Teile, durch eine größere Mannigfaltigkeit und Verschiedenartigkeit der Funktionen, die sie ausüben. Man wird grundsätzlich zu fragen haben: was ist der Anlaß einer derartigen Veränderung eines Lebewesens, das doch schon in seiner weniger „vollkommenen" Gestalt lebensfähig gewesen ist, wie das ja aus der Tatsache ohne weiteres hervorgeht, daß es eben bestanden hat. Auch hat es die betreffenden Vervollkommnungen, wie man sich ja leicht überzeugen kann, äußerst langsam durchgeführt. Die Antwort liegt darin, daß durch die Anpassung regelmäßig eine bessere Ausnutzung der vorhandenen Energien erzielt wird, sei es durch Vermeidung zerstörender Angriffe, sei es durch Verbesserung der Organe. Diese Fragen sollen indessen hier nur angedeutet werden, da hier nur die energetischen Aufwendungen für solche Zwecke in Frage kommen. Da erweist es sich nun, daß die Beanspruchungen des Energiehaushaltes zu Anpassungen und Vervollkommnungen doch gegenüber den Haupt-

bedürfnissen der Ernährung und Fortpflanzung quantitativ so geringfügig sind, daß wir sie zunächst vernachlässigen können. Wir werden später bei der Lehre vom Menschen noch von neuem auf das Problem zurückzukommen haben, da ja der Mensch das vervollkommnungsfähige Tier in erster Linie ist und die ganze Kulturologie auf dieser spezifischen Eigentümlichkeit des Menschenwesens beruht.

Die Erkenntnis dieses einfachen Inhaltes alles tatsächlichen Lebens ist ja keineswegs neu. Wenn Schiller in einer der nicht zahlreichen naturwissenschaftlichen Betrachtungen, mit denen er seine Poesien ausgestattet hat, die Bemerkung macht, daß die Natur so lange, bis die Philosophie die Rolle übernehmen wird, das Getriebe „durch Hunger und durch Liebe" erhalte, so ist das offenbar der Ausdruck ebenderselben Tatsache, daß die Beschaffung der Nahrung und die Erzeugung der Nachkommenschaft die Summe der Lebenstätigkeit im allgemeinsten und fundamentalsten Sinne darstellt. Das Kapitel der Vervollkommnung ist auch von Schiller bei dieser Gelegenheit nicht berührt worden.

85. Wachstum. Bei den verwickelteren Organismen stellt sich die Vervielfältigung nicht ganz so einfach dar, wie wir sie eben bei den einfachsten kennen gelernt haben; hier geht sie derart vor sich, daß das reife und lebenskräftige, im stationären Zustande befindliche Wesen äußerst kleine und einfache Keime produziert, die sich in ihrer biologischen Beschaffenheit von jenen durch Teilung sich vermehrenden allereinfachsten Lebewesen nicht wesentlich unterscheiden, und daß diese Keime dann eine Entwicklung bis zu jenen höheren Formen erfahren. Diese Entwicklung geht ohne Ausnahme derart vor sich, daß sich die ursprüngliche einzelne Zelle in zwei, vier, acht usw. teilt, worauf dann durch immer wiederholte Teilung und Sonderung der einzelnen Organe allmählich das reife Lebewesen entsteht, welches wieder fähig ist, von neuem derartige entwicklungsmäßige Zellen oder Eier zu produzieren. Ob die Entwicklung der Eizelle bis zum vollkommenen Lebewesen mehr oder weniger vollständig im Innern des mütterlichen Organismus oder außerhalb desselben vor

sich geht, ist von den Lebensbedingungen und vielen anderen Faktoren abhängig, macht aber keinen wesentlichen Unterschied in dem Entwicklungsgang selbst aus. Ebenso sekundär ist, ob sich eine solche Eizelle selbsttätig entwickelt oder zur Entwicklung durch eine andere „männliche" Zelle angeregt werden muß.

Durch diesen Umstand nun ist in jene einfachste Form der Lebensgestaltung ein weiterer Faktor hineingekommen, der für das Leben selbst zwar nicht unbedingt wesentlich ist, weil er ja, wie wir uns eben überzeugt haben, bei den einfachsten Lebewesen fehlt, der aber bei den höheren Organismen zunehmend wichtiger wird. Es ist das Wachstum bis zur Reife und daraufhin der Untergang des Wesens, nachdem es seine Fortpflanzungsfunktionen erfüllt hat. Man muß Gewicht darauf legen, daß diese Reihe von Prozessen erst eine Folge höherer Entwicklung ist. Bei jener einfachsten Form der Vervielfältigung durch Teilung hat man mit einigem Recht von einem ewigen Leben der betreffenden Organismen gesprochen; denn wenn die Teilung irgendeiner zu einer bestimmten Zeit ins Auge gefaßten Zelle auch hernach noch so oft vor sich gegangen ist und wenn auch noch so viele Einzelzellen, die bei diesen Teilungen entstanden sind, inzwischen dem Untergange verfallen sein mögen, so kann man doch trotzdem sagen, daß die ursprüngliche Mutterzelle immer noch existiert. Solange auch nur eine einzige von den durch Spaltung entstandenen Zellen da ist, und solange die Art überhaupt am Leben bleibt, besitzt sie auch ein dauerndes, wenn auch nicht ewiges Leben.

Wir sehen also, daß die höhere Entwicklung, die größere Mannigfaltigkeit der Komplikation des Lebewesens mit dem Auftreten eines wirklichen Todes hat bezahlt werden müssen. Allerdings ist damit die unvermeidliche Notwendigkeit des Todes noch nicht gegeben; denn wir können uns ja vorstellen, daß ein bis zur Vollkommenheit entwickeltes und zur Eiproduktion gesteigertes Lebewesen unter der Aufnahme geeigneter Nahrung bis in alle Ewigkeit in diesem stationären Zustande verharren und beständig von neuem Eier produzieren kann, aus welchen neue, ebenso dauer-

hafte Wesen hervorgehen können. Dies ist tatsächlich aber nicht das, was wir in der Natur vorfinden. Wir finden im Gegenteil den Umstand, daß nach einer kürzeren oder längeren Periode, welche der Reproduktion neben der Aufrechterhaltung der übrigen Lebensfunktionen gewidmet ist, ein allmählicher Verfall des Organismus eintritt, welcher dann auch auf dem natürlichen Wege ohne jedes gewaltsame Eingreifen äußerer Faktoren mit dem Untergange des individuellen Lebewesens, also mit dem Tode endet.

Dieses Problem des Todes soll hier nur angedeutet werden; wir werden bald genug Gelegenheit haben, darauf zurückzukommen und seinen Zusammenhang mit einer anderen fundamentalen Eigenschaft des Lebens aufzuweisen, welcher vielleicht eine Erklärung für die Tatsache des Todes, wenigstens in einem bestimmten Zusammenhange zu geben vermag.

86. Das Leben und die Dissipation der Energie. Nach dem, was wir bisher überschaut haben, setzt alles Leben einen regelmäßigen Verbrauch, d. h. eine regelmäßige Dissipation freier Energie voraus, da nur unter dieser Bedingung die spezifischen Lebenserscheinungen der Ernährung und der Fortpflanzung durchführbar sind. Das Leben ist also ein wesentlich dissipativer Prozeß und infolgedessen verhält sich ein Lebewesen gegenüber den Einflüssen seiner Umgebung durchaus auswählend und unterscheidend. Es sucht auf und benutzt alle derartigen Beeinflussungen, durch welche sein Vorrat von freier Energie in wünschenswerter Weise ergänzt wird, während es den gegenteiligen Beeinflussungen, welche entweder ihm die Energiezufuhr schmälern oder ihm die Organe zur Energietransformation für seinen Körper stören würden, auf irgendeine Weise sich entzieht oder sie vermeidet. Hier liegt ein grundsätzlicher Unterschied gegenüber den nicht mit Leben ausgestatteten Gebilden vor. Ein Stein oder ein Berg oder ein Ozean verhält sich vollständig gleich und indifferent gegenüber allen Einflüssen, welche auf ihn einwirken, ob sie ihn etwa zu vermehren oder zu zerstören suchen. Wenn die Einflüsse von der Beschaffenheit sind, daß

das leblose Gebilde durch sie zerstört wird, so verschwindet es früher und später, sind sie von entgegengesetzter Beschaffenheit, so erhält und steigert es sich; im übrigen aber findet keine andere Gegenwirkung statt, als die, die durch den stabilen Zustand des betreffenden Gebildes gegeben ist. So wirkt beispielsweise der ständige Wechsel von Sonnenstrahlung und Dunkelheit, welcher zu Wind, Regen und Schnee Anlaß gibt, in solchem Sinne auf die Unregelmäßigkeit der Erdoberfläche, daß ihre Höhenunterschiede immer geringer werden. Von den Bergen fallen unaufhörlich Gesteinstrümmer zu Tal und werden von den Wässern weitergeführt; es findet aber niemals irgendeine meteorologische Wirkung statt, durch welche etwa die Gebirge höher würden. Sie unterwerfen sich ohne jeden anderen als den passiven Widerstand dieser Beeinflussung.

Die Lebewesen verhalten sich in dieser Beziehung grundsätzlich anderes, denn sie können sich nur dadurch in ihrem stationären Zustande erhalten, daß sie mit Eigenschaften ausgestattet sind, durch welche sie sich den beständig auf sie einwirkenden Faktoren widersetzen, welche, wie die oxydierende Wirkung des freien Sauerstoffs der Atmosphäre, die reaktionsbeschleunigenden Einflüsse des Lichtes und ähnliche Umstände, zu ihrer Vernichtung und Auflösung führen würden, wenn die Gegenwirkung nicht bestände. Sie werden diese notwendige Widerstandsbetätigung um so vollkommener ausführen können, je besser sie einerseits mit der Fähigkeit der Nahrungsbeschaffung ausgestattet sind, und je vollkommener sie andererseits die in der Nahrung aufgenommene freie Energie in die zweckgemäßen Einzelformen zu verwandeln vermögen.

Wir wissen ja, daß derartige Umwandlungen im allgemeinen unvollständig stattfinden, daß neben der angestrebten höheren oder wertvolleren Energieform soundso viel ungenutzte Anteile der ursprünglichen Energie verloren gehen müssen, welche in Gestalt von Wärme sich zerstreuen und nicht weiter benutzt werden können. Diese Verhältnisse, die wir zunächst am Anorganischen, an Maschinen und ähnlichen Gebilden kennen gelernt

haben, sind vollkommen allgemein und kehren bei den Lebewesen in ganz derselben Gestalt wieder.

87. Die Entwicklung. Hierin nun, in der Aufgabe, Rohenergie so zweckmäßig wie möglich in die notwendigen Zweckformen umzuwandeln, finden wir nun die Quelle für die Tatsache der Entwicklung. Wenn wir ein höher entwickeltes Lebewesen mit seinen primitiveren Formen vergleichen, so besteht der Unterschied ganz regelmäßig darin, daß das höhere Lebewesen ein um soundso viel zweckmäßigerer, d. h. mit besserem Umwandlungs- oder Güteverhältnis arbeitender Transformator geworden ist. Vergleichen wir die langsamen, plumpen und überaus wenig wirksamen Bewegungen einer Schnecke mit der dem Auge fast unfaßbaren Geschwindigkeit vieler fliegender Insekten, so haben wir ein anschauliches Beispiel für eine derartige Entwicklung, die sich auf die Ortsbewegung bezieht. Denn die Schnecke hat keine besonders gestalteten oder reich entwickelten Organe für die Fortbewegung, während diese bei den fliegenden Insekten eine überaus mannigfaltige und vollkommene Gestaltung angenommen haben. Ganz dieselben Betrachtungen lassen sich auf alle anderen Organe anwenden, wobei insbesondere die für die erfolgreiche Erwerbung der Nahrung oder Vermeidung von Feinden ausgebildeten Wahrnehmungsorgane eine Fülle von überaus lehrreichen Beispielen liefern.

Hier haben wir die erste rationelle und durchgreifende Definition des Entwicklungsbegriffes. Die Biologen haben sehr viel Mühe gehabt, die allgemeine Tatsache einer einseitig gerichteten allmählichen Umgestaltung, welche aus der Beobachtung der Naturerscheinungen so unzweideutig hervorging, auf einen allgemeinen Begriff zu bringen. Man hat eingesehen, daß die größere Mannigfaltigkeit oder größere Differenzierung, welche zweifellos mit der höheren Entwicklung Hand in Hand geht, doch nicht wohl als Grund- und Urphänomen hierbei angesehen werden kann. Denn man muß sich fragen: wozu soll denn diese größere Differenzierung dienen? Erst die Betrachtung der energetischen Verhältnisse gibt einen Zweck und Inhalt der

Entwicklung an. Es handelt sich tatsächlich darum, die unaufhaltsame Dissipation desjenigen Teils des Stroms der freien Energie, den der Organismus in und durch seinen Körper zu leiten so glücklich und erfolgreich war, in der denkbar besten Weise zu verwerten. Denn wenn auch etwa ein weiterer Vorrat von freier Energie in Gestalt von Nahrung zugänglich sein sollte, so bedingt doch eine größere Nahrungsaufnahme auch wieder einen größeren Körper und größere Spesen, so daß eine Verbesserung auf diesem Wege nicht eben weit führen könnte. Die Verbesserung des Umwandlungsverhältnisses oder Güteverhältnisses hingegen gestattet, daß der Organismus, ohne an Volumen zu- und dementsprechend an Beweglichkeit abzunehmen, dennoch aus derselben Menge Nahrung einen viel größeren Betrag von Nutzenergie, von eigentlicher und spezifischer Lebensbetätigung gewinnen kann. Und so sehen wir, daß hier das Dissipationsgesetz uns zunächst dazu verhilft, die allgemeinste Tendenz aller Lebewesen, die Tendenz zur Entwicklung, auf eine einheitliche und grundsätzliche Formel zu bringen.

Entwicklung bedeutet also Umgestaltung im Sinne der Erzielung eines besseren Güteverhältnisses der aufgenommenen und transformierten Energien. Entwicklung bedeutet demgemäß auch eine Steigerung des Lebens, da sie auf Grund derselben Energievorräte eine entsprechend größere Vollkommenheit und Mannigfaltigkeit der Lebensbetätigungen selbst gestattet. So sehen wir, daß zwar das Leben seinem Wesen nach auf der Dissipation der Energie beruht, daß aber die Steigerung des Lebens, die durch das Wort Entwicklung ausgedrückt ist, gerade in einem gewissen Gegensatze dazu darin ihren Ausdruck findet, indem diese notwendige und unvermeidliche, ja das Leben überhaupt erst bedingende Dissipation doch durch die zunehmende Entwicklung mehr und mehr aufgehalten, geregelt und beherrscht wird. Freilich muß dabei im Auge behalten werden, daß auch die zweckmäßigste Transformation mit dem besten Güteverhältnis in letzter Instanz doch nur die Dissipation regelt, sie durch all die mannigfaltigen Kanäle der einzelnen Lebensbetätigun-

gen leitet, niemals aber sie verhindern kann. Die Dissipation ist unter allen Umständen der eigentliche treibende Faktor des Lebens.

88. Die Erinnerung. Die bisher betrachteten Eigenschaften der Lebewesen sind noch nicht sehr verschieden von denen, welche auch bei einzelnen anorganischen Gebilden vorkommen können. Wir haben dieses Verhältnis ja dadurch wiederholt zum Ausdruck gebracht, daß wir die Analogien dazu aus dem anorganischen Gebiet hernahmen. Nunmehr aber haben wir uns mit einer Eigenschaft aller Lebewesen zu befassen, welche bei diesen allgemein und ohne Ausnahme vorkommt, während sie andererseits im Gebiet des Anorganischen nicht oder nur in einer gleichsam bildlichen und unvollkommenen Gestalt anzutreffen ist. Dies ist die Tatsache der Erinnerung.

Der Physiologe Ewald Hering hat schon vor einem Menschenalter auf diese Eigenschaft als eine ganz allgemeine Funktion der belebten Materie hingewiesen. Sie besteht nicht nur in der bewußten Erinnerung, wie sie bei höheren Wesen mit einem Gehirn und entsprechend entwickelten geistigen Funktionen vorkommt, sondern bedeutet ganz allgemein, daß der Zustand eines jeden Lebewesens abhängig ist von den Vorgängen, die es vorher durchlebt hat, derart daß eine Wiederholung solcher Vorgänge auf das Lebewesen anders einwirkt als das erstmalige Erleben. Wir wissen beispielsweise, daß alles Lernen, alle Erwerbung irgendwelcher Geschicklichkeit, d. h. alle Ausbildung von zweckmäßigen Funktionen nicht nur im rein geistigen, sondern auch im unterbewußten und körperlichen Gebiete von der Übung, d. h. von der Wiederholung und Erinnerung abhängt. Während wir das erstemal, wo wir ein Fahrrad besteigen, eine große Menge unzweckmäßiger, ja schädlicher Bewegungen machen, und das Problem, das Fahrrad so zu lenken, daß wir unseren Weg schnell und glatt zurücklegen, durchaus nicht lösen können, erwerben wir uns durch die Wiederholung der zweckmäßigen und die Vermeidung der unzweckmäßigen Bewegung allmählich mehr und mehr die Fähigkeit, den angestrebten Effekt

vollkommenerer zu erzielen, und werden je nach unserer persönlichen Begabung dann in wenigen Tagen oder Wochen fähige Radfahrer, die hernach noch durch weitere Übung an Geschicklichkeit und Ausdauer zunehmen, aber für gleichen Arbeitsaufwand in immer geringerer Steigerung. Hier handelt es sich schon um eine ziemlich verwickelte Reihe von Prozessen; sie beruhen aber sämtlich darauf, daß solche Zusammenordnungen von nervösen Reaktionen und Muskelbewegungen, wie wir sie für die Ausführung des betreffenden Zweckes anstreben, immer leichter und leichter ausführbar werden, je häufiger sie ausgeführt worden sind. Wir bemerken dabei noch, daß in dem Maße, als uns derartige zusammengesetzte Operationen geläufig werden, die bewußte Kontrolle, die wir anfangs über jedes einzelne Stück solcher Reaktionsketten ausüben müssen, mehr und mehr unnötig wird, so daß schließlich bei vollerworbener Geschicklichkeit der Prozeß sich im Unterbewußten vollzieht und dann erst bis zur Vollkommenheit entwickelt wird.

89. Die Vererbung. Was hier an dem erfahrungsmäßig geläufigen, aber sehr verwickelten Beispiele dargelegt worden ist, macht sich in gleicher Form auch bei den allerelementarsten Erscheinungen des Lebens geltend. Daß ein einzelliger Keim, aus dem sich hernach irgendein Lebewesen entwickelt, gerade dieses bestimmte Lebewesen wieder entstehen läßt, aus welchem er als Eizelle abstammte, ist ein anderer Ausdruck der allgemeinen Tatsache der Gewöhnung oder Erinnerung. Wir können uns nämlich die Frage stellen, warum denn diese Einförmigkeit in der Reihe der Abkömmlinge irgendeines Lebewesens stattfindet, warum beispielsweise alle Abkömmlinge irgendeines Käfers immer wieder die besondere Färbung und Gestalt und die sonstigen Eigenschaften des Stammvaters zeigen, und nicht etwa in unbegrenzter Weise über alle Möglichkeiten des Käferdaseins variieren. Die Antwort darauf ist die, daß durch eine Reihe von Generationen sich eine ganz bestimmte Folge von Zuständen ausgebildet hat, und daß diese Folge um so fester in jedem einzelnen Individuum gesichert und verankert ist, je länger die Reihe übereinstimmender

Zustände gleichartiger Generationen bereits gewesen ist. Hier betätigt sich aber die Erinnerung als vollständig unbewußte Reaktion, aber doch wieder in solchem Sinne, daß die einmal an dem Lebewesen bei irgendeiner Stammform desselben vollzogene Reihenfolge der Entwicklungszustände, die anfangs während der Ausbildung dieser speziellen Art vielleicht noch mannigfaltig hin und her geschwankt hat, immer fester und bestimmter geworden ist, je kräftiger die Erinnerung die Wiederholung der einmal gewählten Reihe von Zuständen sichert und gegen willkürliche und zufällige Abweichungen schützt. Vergleichen wir mit diesen sehr bestimmten Vorgängen bei den Lebewesen das ganz gegensätzliche Verhalten bei dem anorganischen Gebiet, so tritt uns die fundamentale Bedeutung des Unterschiedes ganz besonders deutlich entgegen. Irgendein anorganisches Gebilde kann beliebige Zustandsänderungen erfahren, und wenn sie von der Beschaffenheit sind, daß sie dieses Gebilde nicht zerstören oder von Grund aus ändern, so behält es seine Beschaffenheit bei, ob die fragliche Änderung zum ersten oder zum tausendsten Male daran stattgefunden hat. Unsere elektrischen Leitungsdrähte sind ganz unempfindlich dagegen, wie oft sie für die Leitung elektrischer Ströme benutzt worden sind, und es zeigt sich nicht die geringste Neigung, etwa Ströme besonderer Art, die besonders häufig durch sie geleitet sind, anders zu leiten, als Ströme neuer Art, mit denen die Drähte bisher noch nicht betrieben worden waren. Und dasselbe gilt so allgemein, daß die wenigen Anpassungs- oder Gewöhnungsprozesse, die man bei einzelnen komplizierten anorganischen Gebilden tatsächlich beobachtet hat, als große Ausnahmen angesehen werden. Wir wissen ja, daß z. B. eine frisch hergestellte Maschine noch vielfach Härten und Reibungen zeigt, die sich erst bei einigem Gebrauch abschleifen, wodurch die Maschine geeigneter für ihre Zwecke wird. Das liegt aber in einem solchen Falle daran, daß der Maschinenbauer das Angleichen und Abschleifen der beteiligten Teile nicht so vollkommen ausgeführt hat, als es technisch wohl möglich wäre. Denn es ist wohlfeiler, diese letzte Glättung der eigenen Betätigung der Ma-

schine zu überlassen, als sie an den einzelnen Stücken auszuführen.

90. Protothese zur Erinnerung. Worauf diese besondere Art der Reaktion der Lebewesen gegenüber ihren Erlebnissen, d. h. den Zustandsänderungen, die sich an ihnen vollziehen, beruht, mag hier dahingestellt bleiben. Es sprechen manche Wahrscheinlichkeiten dafür, daß es sich um die Bildung spezifischer chemischer Stoffe, wahrscheinlich von sehr komplizierter Zusammensetzung handelt, die dann in die Vererbungssubstanzen der Eizellen übergehen und durch ihre Reaktion bei der Assimilation und dem Wachstum des neuen Organismus die besonderen Formen und Beziehungen hervorbringen, welche wir als Wirkung des Gedächtnisses ansprechen. Es würde hier zwecklos sein, die verschiedenen Möglichkeiten zu diskutieren, da wir uns für die weiteren Betrachtungen vollauf mit der erfahrungsmäßigen Tatsache begnügen können, daß tatsächlich alle Lebewesen sich so verhalten. Die besondere Gestaltung, welche das Leben auf der Erde aufgenommen hat, wonach sich alle die Lebewesen in wohlunterschiedene Arten und Geschlechter sondern lassen, die durch eine große Übereinstimmung in den Einzelheiten ihrer Beschaffenheit und ihres Verhaltens bei Eltern und Kindern gekennzeichnet sind, ist eine unmittelbare Folge dieses „Gedächtnisses", der leichteren Wiederholung einmal erfahrener Reaktionen. Wir werden also das Gedächtnis als eine spezifische und überaus wichtige Eigenschaft aller Lebewesen, als ein fundamentales Charakteristikum des Lebens anzusehen haben, und es deshalb auch bei allen Betrachtungen allgemeiner Art bezüglich des Verhaltens der Lebewesen auf das sorgfältigste berücksichtigen.

91. Die Selektion. Zunächst erkennen wir, wie das Gedächtnis in diesem allgemeinen Sinne erst die Vorgänge ermöglicht, durch deren Analyse Darwin die Ausbildung zweckmäßiger Lebewesen im Laufe der Entwicklungsgeschichte verständlich gemacht hat. Wenn nicht der Abkömmling eines irgendwie beschaffenen Lebewesens eine ähnliche Beschaffenheit vermöge des

organischen Gedächtnisses annähme, so könnte von einer Anpassung durch Zuchtwahl überhaupt niemals die Rede sein. Denn wenn auch durch Selektion etwa in irgendeiner Generation die besser angepaßten Wesen erhalten blieben, die weniger angepaßten zugrunde gingen, so wäre dadurch noch kein Anlaß vorhanden, daß die nächste Generation im Durchschnitt besser angepaßt wäre, als die frühere: denn die folgende Generation könnte ja wieder ganz dasselbe Durcheinander von geeigneteren und weniger geeigneten Wesen darstellen. Allein dadurch, daß Wesen von bestimmter abweichender Beschaffenheit auch ganz vorwiegend Abkömmlinge von derselben abweichenden Beschaffenheit hervorbringen, kann sich eine durch die natürliche Auslese gebildete Selektion erhalten und schließlich zum dauernden Kennzeichen irgendeiner Abstammungsreihe werden. Wir werden nicht sagen dürfen, daß durch solche Betrachtungen das Problem der Vererbung gelöst wird; wohl aber wird bewirkt, daß das Problem der Vererbung als ein Spezialproblem des allgemeinen organischen Gedächtnisses erkannt wird.

92. Der Tod. Endlich hängt mit dem Gedächtnis vermutlich jene Erscheinung zusammen, auf deren rätselhafte Beschaffenheit schon hingewiesen worden ist, nämlich der Tod. An und für sich wäre es ja denkbar, daß ein einmal zu einem stationären Gleichgewicht mit seiner Umgebung gelangtes Wesen, dem weder Mangel an Nahrung noch sonstige dauernde Schädigungen von außen die Existenz erschweren, auch ewig leben müßte, und wir wissen, daß bei dem allerniedersten Organismus etwas einem solchen ewigen Leben Ähnliches tatsächlich existiert. Die höheren Organismen sind dagegen sämtlich dem Tode unterworfen, und zwar tritt dieser auf natürlichem Wege dadurch ein, daß das individuelle Lebewesen im Lauf der Zeit, nachdem es einen Höhepunkt seiner Lebensbetätigung überschritten hat, zunehmend weniger und weniger fähig ist, die freie Energie seiner Umgebung für die Zwecke des Organismus selbst zu verwerten. Die alten Wesen mögen sich noch so reichlich nähren, sie sind nicht mehr imstande, aus der Nahrung genügende Energie in ihren Körper

zu übertragen und sie sterben schließlich trotz reichlicher Nahrung Hungers, weil bei ihnen die Fähigkeit der Assimilation und Verwendung verschwindet. Es findet also ein dauernder und einseitiger Vorgang an jedem einzelnen Lebewesen statt, welcher dahin führt, daß es, nachdem es anfangs an Tauglichkeit zugenommen hatte, allmählich an Tauglichkeit verliert. Es darf wohl die Vermutung aufgestellt werden, daß dieser besondere Faktor, der zur höchsten Steigerung des Lebens, dann aber zu seiner Beeinträchtigung und Vernichtung führt, eben an derselben Stelle, nämlich im organischen Gedächtnis zu suchen ist, an welcher wir eine derartige einsinnige und nach immer derselben Richtung wirkende Beeinflussung bereits erkannt haben. Der Umstand, daß bei zunehmendem Alter der Mensch zunächst sein bewußtes und willkürliches Gedächtnis einzubüßen beginnt, während alle übrigen geistigen Funktionen noch bei ihm vorhanden sind, weist besonders deutlich darauf hin, daß das Gedächtnis als Funktion mit dem Auftreten der Alterserscheinungen eng verknüpft ist. Es liegt deshalb die Auffassung nahe, daß die sich fortdauernd häufende Beanspruchung des Lebewesens, die in der Tatsache des Gedächtnisses zum Ausdruck kommt, auch den Verbrauch des Lebenspotentials, der Fähigkeit, den eigenen Organismus tätig zu erhalten, naturgesetzlich und notwendig bedingt. Damit würde auch übereinstimmen, daß bei den tiefer stehenden Organismen, bei denen die gedächtnismäßigen Reaktionen sich auf die einfache Wiederholung eines überaus einfachen Schemas der Lebensbetätigung reduziert, am allerwenigsten diesen Verbrauch des Lebenspotentials erkennen lassen, während in dem Maße, als das Gedächtnis reicher und komplizierter wird, auch die Erscheinung des Todes regelmäßiger und bestimmter auftritt.

93. Die Dissipation und das Alter. Wir haben es also bei jedem Lebewesen mit der Erscheinung zu tun, daß es zunächst wächst, dann einen Höhepunkt seiner Lebensbetätigung erreicht, bei welchem es geschlechtsreif wird und für die Entstehung der Nachkommenschaft sorgt, worauf dann nach kürzerer oder längerer Zeit, zuweilen nach sehr kurzer Zeit, ein Abfall und

schließlich der natürliche und regelmäßige Tod eintritt. Dies ist ein Prozeß, der ebenso einseitig oder einsinnig vor sich geht, wie jeder einfache Dissipationsvorgang, wie wir deren im vorigen Kapitel eine Anzahl kennen gelernt haben. Wir müssen uns aber in acht nehmen, diese beiden in vielen Beziehungen ähnlichen Vorgänge miteinander zu identifizieren. Eine Dissipation der Energie findet durch das Lebewesen auch in seiner aufsteigenden Periode statt, weil das ganze Leben in einem Verbrauch freier Energie besteht. Es liegt also nicht an der Einsinnigkeit der Dissipationsvorgänge, daß die Lebewesen diesen einsinnigen Prozeß von Wachstum, Lebenshöhe und Absterben bis zum Tode durchleben, sondern über den allgemeinen und im Anorganischen wie im Organischen gleich wirksamen Dissipationsvorgang lagert sich diese spezifisch organische Erscheinung des Wachsens und des Alterns, das bis zum Tode führt. Wir werden später wiederholt Anlaß haben, diese beiden Erscheinungsreihen zu unterscheiden, und es ist wichtig, daß schon an dieser Stelle, wo von der zweiten zum ersten Male die Rede ist, ihre grundsätzliche Verschiedenheit von den gewöhnlichen Dissipationsvorgängen klar gelegt wird.

Das praktische Ergebnis ist zunächst, daß im Leben jedes einzelnen Organismus nunmehr aus doppeltem Grunde der Verlauf der Zeit sich einsinnig gestaltet. Es wird nicht nur während dieses Zeitverlaufes die vom Gebilde aufgenommene freie Energie in einsinniger Weise zerstreut. Auch das Spezifische des Lebens, was ich, um davon reden zu können, das Lebenspotential nenne, erfährt eine gleiche einsinnige Verminderung oder Zerstreuung. Dadurch wird das Leben noch stärker mit dem zeitlichen Unterschied des Früher und Später ausgestattet. Dadurch, daß einfach im Lauf der Lebenszeit selbst, ganz unabhängig von der Ausfüllung dieses Lebens, der Betrag von Lebensfähigkeit beständig abnimmt, entsteht ein unmittelbarer Wert der Zeit für jedes Lebewesen. Es gibt eine bemerkenswerte Novelle von Honoré de Balzac: Die Haifischhaut[1]), in welcher an

[1]) Französisch in ausdrucksvollem Doppelsinn: Le peau de chagrin.

dem Schicksal eines jungen Mannes dieser nie umkehrbare Verbrauch des Lebens geschildert wird. Er ist dem Pariser Elend verfallen und gelangt durch eine Reihe von geheimnisvollen Zufällen in den Besitz einer Haifischhaut, welche ihm das Vermögen verleiht, die äußeren Geschehnisse nach seinem Willen zu lenken. Sie verschafft ihm nicht nur Reichtümer in beliebigem Betrage, sondern bewirkt auch, daß seine Gegner ferngehalten, ja nötigenfalls getötet werden. Jedesmal aber, wo der Jüngling irgendeinen solchen Wunsch an seine geheimnisvolle Haut richtet, verkürzt diese sich um einen bestimmten Betrag, und er weiß, daß, wenn die Haut sich schließlich auf die Länge Null zusammengezogen haben wird, auch sein Leben enden muß. Dieses zauberhafte Gebilde stellt nun genau das dar, was ich mehr wissenschaftlich das Lebenspotential genannt habe. Wir wissen, daß wir am Leben selbst sterben müssen, daß jede Lebensbetätigung gleichzeitig einen Konsum dieses Lebenspotentials bedeutet. Es ist aber nicht ganz so, wie es hier der Dichter geschildert hat, daß auch etwa freudige und glückbringende Betätigungen einen ebenso starken Konsum bewirken wie andere, schmerzliche, unangenehme. Sondern im allgemeinen ist der Verbrauch des Lebenspotentials um so größer, je größer die Unlustempfindungen bei der Lebensbetätigung sind. Allerdings bedingen auch die glücklichen Lebensgestaltungen einen Verbrauch, aber einen unverhältnismäßig viel kleineren. Mit diesen Anschauungen muß man sich genau vertraut machen, wenn man ein richtiges Verhältnis zu der Fundamentalfrage gewinnen will, die uns hier beschäftigt, nämlich zu der physischen wie physiologischen Grundlegung der Willenserscheinungen.

94. Die Begründung des Willens durch das Gedächtnis. Die Lebewesen sind „zweckmäßig" organisiert, da sie anders den Kampf ums Dasein nicht überstehen könnten, sondern in kürzester Frist vernichtet werden müßten. Was bedeutet also Zweck in diesem Sinne?

Zweck bedeutet Anpassung an die vorhandenen Verhältnisse derart, daß die Folgen der Einwirkungen dieser Verhält-

nisse auf das Lebewesen lebensfördernd, mindestens nicht lebensschädlich verlaufen, während andererseits solche Eigenschaften nicht vorhanden sind, durch welche die Lebensbetätigungen nachteilig wirken würden. Die zweckmäßige Organisation setzt also eine Beziehung auf die Zukunft voraus und das Vorhandensein einer zweckmäßigen Einrichtung bedingt jedenfalls in irgendeinem Sinne eine Vorausnahme der Zukunft. Wie kommt nun ein Lebewesen dazu, die Zukunft vorauszunehmen? Daß das der Fall ist, tritt ja aus vielen Funktionen selbst sehr niedrig organisierter Tiere und Pflanzen hervor. Daß das bei den nichtorganischen Wesen in der physischen oder toten Natur nicht der Fall ist, weiß man ebenso mit aller Bestimmtheit. Wenn ein Felsbrocken sich etwa durch die Gestalt des gefrierenden Wassers von einem Gebirge loslöst und zu Tal stürzt, so kann man mit Sicherheit sagen, daß jeder Augenblick seines Zustandes selbst mitten im rapiden Niederdonnern ausschließlich und nur durch seine Vergangenheit bestimmt ist. Es ist vollkommen gleichgültig für seine augenblickliche Bewegung, wo diese Bewegung später enden oder wie lange sie sich fortsetzen wird; nur die Vergangenheit hat einen Einfluß auf die gegenwärtige Bewegung, nicht in der allergeringsten Weise dagegen seine Zukunft. Wir sehen also, daß das, was das anorganische Geschehen kennzeichnet, sicherlich nicht die Eigentümlichkeit des organischen Geschehens erklären kann; das eine wird nur die Vergangenheit, das andere auch durch die Zukunft bestimmt.

In solchem Sinne ist uns bewußten Menschen der Begriff der Zweckmäßigkeit vollkommen geläufig. Wir richten uns zweckmäßig ein, weil wir die Zukunft in einem gewissen Umfange voraussehen, und wir können uns nur in bezug auf solche Ereignisse zweckmäßig einrichten, die wir tatsächlich voraussehen. Also zweckmäßiges Handeln und das Voraussehen sind miteinander notwendig verknüpft.

Worauf beruht nun das Voraussehen in den uns geläufigen Fällen des bewußten Handelns? Es beruht in letzter Instanz auf der Kenntnis gewisser Gesetzmäßigkeiten oder Regelmäßig-

keiten in den Naturerscheinungen. Zu solcher Kenntnis gelangen wir aber ausschließlich mit Hilfe des Gedächtnisses. Dem Gedächtnisse prägen sich, wie wir gesehen haben, nur solche Teile unserer Erlebnisse ein, welche sich in übereinstimmender Weise vielfach wiederholen; alle zufällig wechselnden Anteile verschwinden ohne dauernde Rückstände aus unserm Bewußtsein. Solche übereinstimmende Gruppen oder Reihen von Geschehnissen sind aber das, was wir als „gesetzmäßig" erfassen. So beruht auf der rein physiologischen Tatsache der Einprägung wiederholter Erlebnisse zunächst die primitive Begriffsbildung des werdenden Menschen, sowohl phylogenetisch in den früheren Formen der allgemeinen Menschheitsentwicklung, wie auch ontogenetisch in den ersten Jahren der individuellen Entwicklung des einzelnen Menschen. Und je reicher und mannigfaltiger die Erinnerungen an solche gleichförmig sich wiederholende Teile unserer Erlebnisse entwickelt sind, um so mehr Gesetzmäßigkeiten kennen wir und mit um so größerer Sicherheit können wir die Zukunft voraussehen. Denn diese Voraussicht beruht ja darauf, daß wir von irgendwelchen uns gesetzmäßig bekannten Reihen die ersten Anfänge erleben und nun vermöge der Erinnerung die späteren Anteile solcher übereinstimmender Ereignisse uns ins Bewußtsein bringen können, noch bevor sie selbst eingetreten sind. So erklärt sich also jene rätselhafte Erscheinung, daß ein künftiges Ereignis eine Wirkung auf die Gegenwart ausüben kann, daß es also wirken kann, bevor es überhaupt geschehen ist. Diese Wirkung ist ja tatsächlich nicht die Wirkung des künftigen Ereignisses, sondern die der vielen analogen Ereignisse, die früher stattgefunden hatten und ihren Eindruck in unserem Gedächtnis hinterließen.

Dies ist also die Lösung des Rätsels, wieso die Zukunft auf die Gegenwart einwirken kann. Sie wirkt tatsächlich nur in dem Teile ein, der von uns vorausgesehen wird, und wirkt nur insofern richtig, d. h. zweckmäßig, als sie richtig vorausgesehen wurde.

Was wir hier der geläufigen Anschauung wegen an dem Falle

des bewußten Gedächtnisses dargelegt haben, können wir für die seit Darwin uns so geläufig gewordenen selektiven Anpassungen ohne weiteres wiederholen. Nur solche Reaktionsreihen, die nützlich, d. h. arterhaltend auf das Individuum wirken, werden sich durch eine Reihe von Generationen dem Gedächtnis der betreffenden Art einprägen können; alle anderen Vorgänge, die im anderen Sinne wirken, erreichen ihr Wirkungsende durch den früheren oder späteren Untergang der mit solchen nicht zweckmäßigen Reaktionen behafteten Generationsreihen.

So erkennen wir, daß die Ähnlichkeit der Vorgänge der Abnahme des Lebenspotentials mit den allgemeinen dissipativen Vorgängen weiter geht, als wir ursprünglich haben sehen können. Beide haben es nämlich mit der Finalität des Geschehens zu tun. Während aber die allgemeinen dissipativen Vorgänge nur eine bestimmte Richtung und Tendenz feststellen, ohne daß eine Vorausnahme der Zukunft und damit der Begriff des Zweckes gegeben war, wird durch die Tatsache des Gedächtnisses die Richtung noch zu einer Zweckmäßigkeit des Geschehens erweitert, die von jener allgemeinen Tendenz der Dissipation der Energie grundsätzlich dadurch unterschieden ist, daß bestimmte künftige Ereignisse das gegenwärtige Verhalten der betreffenden Gebilde, nämlich der Lebewesen, entscheidend beeinflussen.

95. Lebenspotential und Dissipation. In der eben erwähnten Novelle von Balzac beruht ein großer Teil der unheimlichen Wirkung, welche der Dichter erreicht, auf der zunehmenden Leidenschaftlichkeit, mit welcher sich der glücklich-unglückliche Besitzer jener zauberhaften Haifischhaut gegen die allmähliche Verkürzung seines Talismans sträubt. Es wird geschildert, welche immer wunderlicheren und schrecklicheren Formen das Bestreben des Jünglings annimmt, jede Willensbetätigung zu vermeiden, damit die unheildrohende Verkleinerung nach Möglichkeit hintangehalten werde, und wie denn doch immer wieder unvermeidlich ein Zwang zu wollen und somit ein Verbrauch jenes kostbaren Kapitals eintritt. Tatsächlich ist ja aber mit dem Verbrauch des

Lebenspotentials gleichzeitg und kausal eine Verminderung des Lebensbedürfnisses, der Lebensleidenschaft verbunden, und ein normal erreichtes Greisenalter, bei welchem das Potential sehr niedrig geworden ist, führt mit großer Sicherheit zu dem Entschluß, auf das Leben selbst mehr und mehr zu verzichten. Mir ist gelegentlich wissenschaftlicher Vorträge und Abhandlungen über die Frage der Unsterblichkeit, bei welcher ich meiner Überzeugung Ausdruck gab, daß die persönliche Existenz mit dem Tode vollständig zu Ende geht, zu meiner anfänglich sehr großen Überraschung immer wieder von sehr alten Leuten ihre eifrige Zustimmung und tiefe Befriedigung über diese Auffassung zur Geltung gebracht worden. Metschnikoff hat wohl zum ersten Male energisch auf diesen allgemeinen Tatbestand hingewiesen, daß das Gefühl, lebenssatt zu sein, das normale Ende einer jeden normal lebenden Existenz ist. So ist denn auch tatsächlich jener verzweifelte und wilde Ausgang, zu dem der Dichter bei seiner Schilderung gelangt, nicht die Darstellung des tatsächlichen Verhaltens der Menschen. Der Dichter hätte vielmehr schildern müssen, wie mit dem Kleinerwerden der Haut auch die Angst vor diesem Kleinerwerden immer mehr und mehr abnimmt, so daß mit dem Ende des Daseins auch die Befriedigung über diesen Ausgang eintritt. So sehen wir in dem Lebenspotential, wie sich ja auch nach den allgemeinen Prinzipien der Selektion erwarten ließ, eine durchaus wohl angepaßte Funktion, deren normaler Verlauf von jedem einzelnen, der ihn erlebt, als richtig und angemessen empfunden wird.

Wir werden in dieser Auffassung von der gesetzmäßigen oder normalen Beschaffenheit des Lebensverlaufs und der zugehörigen Lebensempfindung noch weiter zu gehen haben, indem wir uns fragen, ob nicht etwa die mehrfach betonte Ähnlichkeit mit dem allgemeinen Dissipationsgang darauf beruht, daß hier wirklich eine typische Dissipationserscheinung besonderer Art vorliegt. Stellen wir uns vor, um zunächst nur eine Anschauung zu haben, daß der entstehende Organismus, etwa im Moment der Befruchtung, eine bestimmte Menge eines gewissen Stoffes von hochkonzentrierter Energie bekommt, welcher unter Selbstum-

wandlung imstande ist, in irgendeiner Weise (es würde hier zunächst an eine autokatalytische Wirkung zu denken sein) die Lebensgestaltung zu bewirken. Wir können aus diesen Voraussetzungen den tatsächlichen Verlauf des Lebens, nämlich die Steigerung unter Stoffansammlung und zunehmender Differenzierung, d. h. Entwicklung bis zu einem Maximum, und hernach den Abfall infolge des immer weiter und weiter gehenden Verbrauches jenes Lebensstoffes ganz wohl ableiten. Wir brauchen die Vorstellung indessen nicht auf den chemischen Anschauungskreis zu beschränken. Sagen wir allgemein: wenn irgendwie eine räumlich gebundene konzentrierte Energie, vielleicht in einer Form, die wir noch gar nicht kennen, jedem neuen Lebewesen bei seiner Entstehung auf den Weg gegeben wird, welche die Assimilation bewirkt und sich unter dieser Wirkung verbraucht, so kämen wir auf den typischen Ablauf des Lebens hinaus. Wir würden demgemäß auch in der speziellen Form des Lebenspotentials eine Sondererscheinung jenes allgemeinen Dissipationsprozesses erkennen, den wir als Urphänomen der ganzen Natur kennen gelernt haben. Ein Lebenspotential von umgekehrter Beschaffenheit, nämlich ein solches, welches sich ins Unbegrenzte hinauf steigerte, widerspricht den Tatsachen. Es wird also zusammenfassend zu sagen sein, daß die Analogie des Lebensverlaufes mit einer gewöhnlichen anorganischen Dissipationserscheinung vermutlich darauf beruht, daß es sich auch hier um die Wirkung eines dissipativen Prozesses handelt, welcher für das Leben charakteristisch und notwendig ist und welcher deshalb in der einsinnigen und absteigenden Weise aller Dissipationsvorgänge verläuft, weil nur solche Vorgänge naturgesetzlich möglich sind.

Zwölftes Kapitel.

Die psychologischen Richtungserscheinungen und der Wille.

96. Psychische Vorgänge. Aus dem Gebiet der allgemeinen Biologie, innerhalb dessen wir die Lebenserscheinungen

als eine räumlich nicht getrennte Einheit betrachtet haben, wenden wir uns nun zu einem Sondergebiet von Phänomenen, welches eine höhere Schicht in der Pyramide der Begriffe und damit der Wissenschaft darstellt, zu den psychologischen Vorgängen. Die frühere Auffassung dieser Vorgänge als einer Betätigung der „Seele", wobei die Seele als eine Substanz für sich angesehen wurde, müssen wir gegenüber den Fortschritten der Wissenschaft ganz und gar aufgeben. In der Tat wird diese Auffassung gegenwärtig nur noch von den primitiven Formen der Wissenschaftsbildung aufrecht erhalten, die den verschiedenen Kirchen übrig geblieben sind. Da deren Organisation zum großen Teil entscheidend auf dieser vorwissenschaftlichen Konzeption beruht, erklärt sich ihr Festhalten daran trotz der offenbaren Unzulänglichkeit. Wir wissen gegenwärtig aus der Urgeschichte und der Anthropologie, daß die Vorstellung einer selbständigen, vom Körper unabhängigen Seele durch die falsche Deutung der Tatsachen des Traums entstanden ist. Die Traumerlebnisse wurden vom primitiven Menschen nicht als verschieden von den gewöhnlichen Tatsachenerlebnissen angesehen, da doch von anderer Seite beobachtet werden konnte, daß das träumende Individuum körperlich auf seiner Lagerstatt blieb, während es diese Traumerlebnisse hatte, und sie also körperlich nicht mitmachte. Es war somit der Schluß naheliegend genug, daß diese Ereignisse sich an einem Wesen, der „Seele", vollziehen, das sich vom Körper zu trennen und Erlebnisse auf eigene Hand zu erfahren vermag. Wir wissen ja, daß für alle primitiven Wissenschaftsbildungen irgendein grundverkehrter Schluß aus dem nicht weiter analysierten Augenschein typisch ist. Von der Vorstellung, daß die Erde stille steht und die Sonne sich um sie bewegt, können wir eine ganze Galerie von derartigen „Irrtümern des ersten Urteils" verfolgen, deren Beseitigung durch die sich entwickelnde Wissenschaft dann jedesmal eine sehr große Erschütterung in dem ganzen geistigen Habitus der Zeit hervorgebracht hat.

97. Die Organe der Seele. Die Entwicklung der Sinnesphysiologie, der Anatomie des Gehirns und der Nervenbahnen und

der übrigen hierher gehörigen Teile der exakten Wissenschaft hat die Erkenntnis ergeben, daß die sogenannten geistigen oder psychischen Vorgänge durchaus Funktionen von bestimmten Teilen des Organismus sind und daß sie nicht entstehen können, wenn solche Teile nicht vorhanden sind oder wenn vorhandene durch irgendwelche Umstände außer Gebrauch gesetzt werden. Es bleibt also kein Anlaß übrig, eine vom Körper unabhängige Seele anzunehmen, weil man niemals und auf keine Weise vom Körper unabhängige psychische Vorgänge hat wissenschaftlich beobachten können, weil vielmehr die gesamten seelischen Erscheinungen sich ausschließlich und restlos als körperlich bedingte Funktionen haben nachweisen lassen. Nichtsdestoweniger soll betont werden, daß die psychischen Erscheinungen eine Gruppe von Tatsachen darstellen, die für sich bestehen, ihre sehr ausgeprägte Eigengesetzlichkeit haben und daher auch unabhängig von der Beurteilung der Seelenfrage eine gesonderte Erörterung verlangen. Es entsteht hieraus die Frage: wenn uns die Entwicklung der Anatomie und Physiologie die Überzeugung gegeben hat, daß die psychischen Erscheinungen Funktionen einer körperlichen Organisation sind: welche Beschaffenheit der Organisation liegt dort vor, wo psychische Erscheinungen zustande kommen? Worin ist dann weiterhin das Wesen der psychischen Erscheinungen wissenschaftlich begründet?

Die Antwort ergibt sich aus folgenden Betrachtungen. Bei einem ganz primitiven Organismus pflegt der Reiz dort die Reaktion zu bewirken, wo er mit dem Körper des Lebewesens in Berührung trat. An einer solchen beeinflußten Stelle findet dann meist eine Kontraktion statt und diese pflanzt sich dann je nach Umständen durch den übrigen Teil des Körpers weiter fort. Die Folge ist im allgemeinen eine zweckmäßige Reaktion. Es sind also in dieser primitiven Form die Orte des Reizes und der Reaktion identisch. Hat der Reiz eine Reaktion an der unmittelbar betroffenen Stelle bewirkt, so pflegt der weitere Verlauf des Vorgangs im Tierkörper folgender zu sein. Die durch den ursprünglichen Reiz geänderten Stellen üben schrittweise auch einen Einfluß

auf die angrenzenden Gebiete aus, bis je nach Umständen ein Teil oder der ganze Organismus in den Kreis der Reaktion gezogen ist.

Bei höheren Organismen findet man dagegen ganz andere Vorgänge. Wenn z. B. das Ohr eines Menschen durch einen Zuruf getroffen wird, den dieser als seinen Namen erkennt, dann erfolgt nicht etwa von dem getroffenen Trommelfell aus die entsprechende Reaktion, sondern der angerufene Mensch dreht sich um und richtet seine Augen auf den Ort, von welchem der Ruf gekommen ist. Das heißt mit anderen Worten, der Reiz, der zunächst auf das Ohr gewirkt hat, ist weiterhin die Ursache dafür gewesen, daß Muskeln, die mit dem Ohr unmittelbar gar nichts zu tun haben, sich derart kontrahierten, daß die eben beschriebene Gesamtbewegung eingetreten ist. Gleichzeitig war in dem Bewußtsein des Angerufenen ein davon verschiedener Vorgang eingetreten, den man mit dem Worte „Erkennen" des Rufes bezeichnet. Es ist also an Stelle der einfachen Reaktion eine ganze Kette von Folgen aus dem Reiz entstanden. Wir wissen, daß diese Kette dadurch zustande gekommen ist, daß zunächst das gereizte Ohr bestimmte Wirkungen durch die Nervenbahnen in das Zentralorgan, das Gehirn, entsandt hat, daß in diesem Zentralorgan dann ein sehr verwickeltes Herüber und Hinüber auf den Assoziationsbahnen stattgefunden hat und daß aus dieser Betätigung schließlich längs anderer Nervenbahnen Botschaften nach gewissen Muskeln ergangen sind, durch deren Kontraktion dann die äußerlich ins Auge fallende Wirkung auf den Reiz ihr Ende findet.

98. Kennzeichnung der psychischen Vorgänge. Hieraus erkennen wir alsbald, was wir als das Wesentliche der psychischen Erscheinungen auffassen müssen. Es ist dies die Trennung von Reiz und Gegenwirkung. Und zwar handelt es sich um eine Trennung in doppeltem Sinne, zunächst eine räumliche, indem die Gegenwirkung an Teilen des Körpers erfolgt, die nicht unmittelbar von der Einwirkung des Reizes betroffen waren, und zweitens eine zeitliche, indem die Gegenwirkung unter Umständen (nämlich wenn das betreffende Wesen mit einem hochentwickelten Zentralorgan ausgestattet ist, welches nachdenken und

überlegen kann) auch durch eine sehr erhebliche Dauer von der Einwirkung des Reizes getrennt sein kann.

Betrachten wir im Lichte dieser eben gefundenen Definition der psychischen Erscheinungen als der räumlichen wie zeitlichen Trennung zwischen Reiz und Reaktion jene Schilderung des allereinfachsten Reizverlaufes an einem primitiven Lebewesen, so erkennen wir, daß die ersten Elemente der psychischen Erscheinungen allerdings auch dort schon, wenn auch in ganz unentwickeltem Zustande zu erkennen sind. Bei keinem Lebewesen beschränkt ein irgendwo erfolgender Reiz seine Wirkung exakt auf den betroffenen Punkt, sondern diese dehnt sich von dem Punkt aus weiter und weiter aus, bis ein Teil, in vielen Fällen der ganze Organismus sich an der Gegenwirkung betätigt. Diese Ausdehnung erfolgt auch niemals momentan, sondern erfordert eine meist sehr merkliche Zeit. So können wir schon an diesem allerprimitivsten Reaktionsfall konstatieren, daß die Gegenwirkung tatsächlich auch an Orten und zu Zeiten erfolgt, die von dem Ort und der Zeit des Reizes verschieden sind. Der Unterschied zwischen dieser primitiven Form und der hochentwickelten, die wir zur Hervorhebung des Wesentlichen an den psychischen Erscheinungen vorher betrachtet haben, liegt nur darin, daß die örtliche Fernwirkung bei dem primitiven Reizvorgang von dem getroffenen Punkte ausstrahlt, oder vielleicht deutlicher gesagt diffundiert, indem ein Nachbarpunkt nach dem anderen von der Reaktion ergriffen wird und dadurch eine Reaktionswelle entsprechend der Schallwelle, die sich um einen tönenden, oder der Lichtwelle, die sich um einen leuchtenden Körper bildet, durch den Gesamtorganismus strömt. Es ist also die vollständige Kontinuität des gesamten Organismus bei der Verbreitung der Reaktion auf den Reiz tätig. Ebenso verhält es sich mit der Zeit; das spätere Eintreten der Reaktion an den entfernter gelegenen Körperteilen erfolgt in direktem Verhältnis zu dieser Entfernung und man kann somit für jeden Zeitpunkt nach der Einwirkung des Reizes diejenige Fläche im Organismus angeben, bis zu welcher die Reaktionswirkung gelangt ist.

So ist das aber nicht bei den höher entwickelten Lebewesen der Fall. Hier findet die Fortführung der unmittelbaren Reizreaktion in ganz bestimmten Bahnen statt, und ebenso ist die zeitliche Verschiebung der Reaktion nicht einfach bedingt durch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit derselben in diesen Bahnen, sondern es kann vom Lebewesen noch willkürlich ein beliebiger und je nach den Zwecken sehr verschieden langer zeitlicher Zwischenraum zwischen den Reiz und eine der späteren Reaktionen gelegt werden.

Diese Darstellung läßt alsbald erkennen, daß in der Tat auch die exakte und voraussetzungslose Analyse zu dem gleichen Ergebnis führt, welches vorher der Anschauung wegen vorausgenommen war. Die Lokalisierung und spezielle Leitung der Reizreaktionen erfolgt nicht mehr gleichförmig durch den ganzen Organismus hindurch, sondern auf bestimmten Bahnen, welche wir Nerven nennen. Dadurch wird der Vorteil erzielt, daß die Nerven nicht nur die Reaktion sehr viel schneller leiten, sondern auch eine viel stärkere Reaktionsleitung bewirken, weil sich die Reaktion nicht mehr im ganzen Organismus zerstreut. Ebendasselbe gilt für die zeitliche Folge des Reizes. Im ersten Falle war diese Zeit ganz ausschließlich abhängig von der Geschwindigkeit, mit welcher der Gesamtorganismus gegen den Reiz reagierte, und eine willkürliche Regelung dieses Zeitablaufes durch den Organismus war nicht vorgesehen und nicht möglich. Ein Zentralorgan, das mit dem Nervensystem verbunden ist und in welchem zunächst die Reaktion gegen den Reiz anlangt, ehe sie in die schließliche Wirkung (die in den meisten Fällen auf Muskelzusammenziehung herauskommt) übergeführt wird, ermöglicht dem Organismus, eine beliebige Zeit zwischen Reiz und Endreaktion zu legen. Durch diese neue Mannigfaltigkeit wird wiederum eine große Menge von vorteilhaften Möglichkeiten bereitgestellt, welche der Organismus im Sinne einer zweckmäßigen Lebensgestaltung verwerten kann.

Wir sehen also, daß die phänomenale Analyse der Vorgänge im höheren Lebewesen uns unmittelbar erkennen läßt, daß die

zweckmäßigere Gestaltung der Reaktionen auf eintretende Reize nicht anders erreicht werden konnte, als durch die Ausbildung besonderer Organe für die räumliche wie zeitliche Ordnung der Reize. Dieses neue System der Verbesserung der organischen Leistungen, das auf ganz bestimmten anatomischen Eigentümlichkeiten beruht, muß dementsprechend auch neue funktionelle Eigentümlichkeiten zur Folge haben; diese funktionellen Eigentümlichkeiten sind es eben, welche wir als psychische Erscheinungen kennen.

98. Das Wesen der Reizwirkung. Bevor wir weitergehen, wird es gut sein, den Vorgang der Reizeinwirkung und seiner Folgezustände etwas genauer und von einem etwas allgemeineren Standpunkt aus zu analysieren. Wir wissen zunächst grundsätzlich und ganz allgemein, daß jeder Reiz auf ein Lebewesen nur dadurch erfolgt, daß die Energieverhältnisse außerhalb desselben andere sind als im Innern, genauer gesagt, daß das Potential irgendeiner Energie außerhalb des Lebewesens und innerhalb endliche Verschiedenheiten aufweist. Dadurch tritt ein Übergang der betreffenden „reizenden" Energie auf das Lebewesen (in einzelnen seltenen Fällen auch ein umgekehrter Übergang von Energie seitens des Lebewesens nach außen, z. B. bei der Berührung mit einem kalten Körper) ein. Es ist also in all und jedem Falle ein Durchgang von Energie durch die Oberfläche des Körpers erforderlich, damit irgendeine Reizung des Lebewesens stattfindet. Wir wissen ja ganz allgemein, daß kein Geschehen ohne eine Energieumwandlung erfolgt, und wir müssen diese allgemeine Charakteristik naturgemäß bei allen Reizvorgängen wiederfinden.

Ein Spezifisches der Reizwirkung liegt darin, daß alsbald die auf den Organismus wirkende Energie transformiert wird. Im Falle der höher entwickelten einzelnen Sinnesorgane ist das überaus deutlich und wohlbekannt. Trifft beispielsweise ein Lichtreiz das Auge, so bewirkt die strahlende Energie, welche durch den optischen Apparat in wohlgeordneter Weise auf die Retina geleitet wird, dort alsbald die chemische Umwandlung vorhandener

lichtempfindlicher Substanzen (des Sehpurpurs). Dieser chemische Prozeß in der Retina bewirkt dann weiter den Vorgang in dem Sehnerv, durch welchen der Sinneseindruck nach dem Zentralorgan geleitet und dort entsprechend verarbeitet wird. Ebendieselben Einzelheiten finden wir, wenn wir irgendeine andere Art Sinneseindruck analysieren. Selbst bei dem ganz primitiven Protoplasmaklümpchen ohne ausgebildete einzelne Sinnesorgane erkennen wir, daß die Reaktion in anderen energetischen Vorgängen besteht, als sie der Reiz unmittelbar würde hervorbringen können. Eine mechanische Berührung oder eine chemische Einwirkung mit irgendeiner scharfen Substanz bewirkt eine Zusammenziehung an der betreffenden Stelle. Diese Zusammenziehung erfolgt, wie gegenwärtig mit Sicherheit angenommen werden darf, durch Veränderung der Verhältnisse der Oberflächenspannung im Protoplasma des primitiven Wesens. Das ist ein physikalisch-chemischer Vorgang, welcher sicherlich nicht identisch ist, weder mit der mechanischen Energie der Berührung noch mit der chemischen Energie der Ätzwirkung, sondern in ganz bestimmter Weise erst vom Organismus bereitgestellt wird, um eben auf eintreffende Reize zweckmäßig zu reagieren.

Es liegt also in allen Fällen folgender Tatbestand vor. Durch die Folge irgendwelcher Potentialdifferenzen bestimmter Energiearten erfolgt ein Wechsel des Energiezustandes an dem Körper des Lebewesens. Dieser Energiewechsel ist die Ursache dafür, daß dann der Organismus seinerseits mit energetischen Reaktionen antwortet, welche verschieden sind von den energetischen Beeinflussungen, die von außen erfolgt waren.

99. Die organischen Reaktionen sind Auslösungen. Nun haben wir uns zunächst die wichtige Frage zu stellen, ob es sich hierbei um eine einfache quantitative Umwandlung der eintretenden Energie handelt, wie sie beispielsweise in den Maschinen stattfindet, die sämtlich eine gegebene Art Energie, die Rohenergie, in die gewünschte Zweckform transformieren. Die Antwort ist, daß dies im allgemeinen nicht der Fall ist. Wir können sehr oft konstatieren, daß die Reaktionen eines Lebewesens

auf einen eingetroffenen Reiz, quantitativ energetisch genommen, sehr viel mehr ausmachen, als dieser Reiz betragen hat. Eine geringe Berührung eines Nerven kann beispielsweise heftige Zuckungen in den mit den Nerven zusammenhängenden Muskelpartien bewirken, deren Energie die des Reizes vielmal übertrifft. Wir können also jedenfalls nicht das einfache proportionaläquivalente Maschinenverhältnis zwischen dem Reiz und der Wirkung annehmen.

Es handelt sich hier vielmehr um einen Auslösungsvorgang. Ein solcher besteht, energetisch gesprochen, darin, daß vorhandene freie Energie, welche bis dahin keiner (oder vielmehr nur einer äußerst langsamen) Umwandlung in andere Formen unterlag, nunmehr durch einen Einfluß von außen (der aber immer wieder energetischer Natur sein muß) zur schnellen Umwandlung gebracht wird. Diese Umwandlung stellt dann den „ausgelösten" Vorgang dar. Es sei erinnert, daß eine einmalige Auslösung nur verhältnismäßig selten als Reaktion auf den Reiz erscheint, meist handelt es sich um eine längere Kette von aufeinander erfolgenden Auslösungen. Diese sind aber in jedem einzelnen Falle von derselben Beschaffenheit, daß sie nicht eine einfache Energietransformation, sondern eine Auslösung vorhandener, auf Betätigung wartender freier Energien darstellen.

100. Theorie der Auslösungen. Um diese wichtige Schlußfolgerung nach allen Seiten zu beleuchten, wird es nötig sein, den Begriff der Auslösung klarer zu fassen, als das bisher zu geschehen pflegte. Man kennt die immer wieder benutzten Beispiele vom Funken im Pulverfaß oder vom Finger am Drücker eines Gewehres, welche das Charakteristische der Auslösung darstellen, daß nämlich zwischen der Veranlassung des Vorganges und der Energie des Vorganges selbst kein notwendiges quantitatives Verhältnis besteht. Durch eine minimale Einwirkung, wie sie durch den Funken oder das Fingerzucken dargestellt wird, kann eine sehr große, ja theoretisch gesprochen, unbegrenzt große Energiebetätigung ausgelöst werden. Gerade der Gegensatz, in dem so die auslösende „Ursache" zur entstehenden „Wirkung" steht,

ist das Charakteristische der Auslösung gegenüber den gewöhnlichen Transformationen, bei welchen eine Äquivalenz zwischen Ursache und Wirkung oder, genauer gesagt, Ursachen- und Wirkungssummen besteht.

Nun wird bei der Beurteilung der Auslösungsvorgänge gewöhnlich ein folgenschwerer Irrtum begangen. Weil nämlich die auslösende Energie zu der ausgelösten in keinem notwendigen Verhältnis steht, ja in vielen Fällen außerordentlich klein sein kann, hat sich die Vorstellung verbreitet, als könnte sie beliebig klein, also auch Null sein, als sei daher der Auslösungsvorgang ein Vorgang, bei welchem eine Folge stattfinden könnte, ohne eine entsprechende Ursache. Man hat mit anderen Worten gemeint, man könnte einen physischen, d. h. energetischen Vorgang entscheidend beeinflussen, ja hervorbringen, ohne daß ein entsprechender physischer oder energetischer Aufwand dazu erforderlich sei. Auf diesen Irrtum haben sogar hervorragende Autoren gewisse Theorien des „freien Willens" gegründet, wonach der Wille (der als etwas Unenergetisches, etwas außerhalb der physischen Welt Stehendes angesehen wurde) doch die physische Welt beeinflussen könne, indem er zwar nicht Energiemengen produzieren, wohl aber vorhandene freie Energien nach Wunsch und Bedarf durch Auslösung in vorgeschriebene Richtungen dirigieren könne. Eine genauere Analyse der vorhandenen Tatbestände läßt erkennen, daß diese Schlußweise auf einem Irrtum beruht.

Auf dem Irrtum nämlich, als könnte die auslösende Energie beliebig verkleinert und daher bis auf Null gebracht werden. Schon die begriffliche Analyse läßt diese Ansicht als unhaltbar erkennen. Wäre eine Energiemenge Null ausreichend, um die Auslösung zu bewirken, so gibt es keine Möglichkeit, sie überhaupt hintanzuhalten, d. h. eine solche freie Energie müßte sich selbsttätig auslösen und zerstreuen. Die bloße zeitliche Existenz auslösbarer freier Energie beweist also die Notwendigkeit einer endlichen Energiemenge für die Auslösung.

Das gleiche ergibt die Untersuchung jedes einzelnen Falles. Nehmen wir das meistbenutzte Beispiel des Funkens im Pulverfaß,

so wissen wir folgendes. Bringen wir einen Funken von einem bestimmten erheblichen Betrage in das Pulver hinein, so wird seine Wärmemenge ausreichend sein, um eine nicht unerhebliche Menge des Pulvers bis auf die Explosionstemperatur zu bringen. Diese verbrennt und die dabei entwickelte Wärme erhitzt die angrenzenden Pulverteile bis zur Explosionstemperatur. So ergreift der Vorgang alsbald die ganze Pulvermenge. Denn diese stellt eine Form hochkonzentrierter chemischer Energie dar, die nur auf Auslösung wartet, um sich in andere Formen, insbesondere Wärme und mechanische Energie umzusetzen. Machen wir den Funken kleiner, so wird zunächst noch derselbe Erfolg erreicht werden. Wird aber der Funke immer kleiner und kleiner, so kommen wir schließlich an eine Grenze, an welcher folgendes eintritt. Die geringe Wärmemenge, die durch den Funken herangebracht wird, genügt nicht, um an irgendeiner Stelle das Pulver auf die Temperatur der Umwandlung zu bringen. Demgemäß bleibt auch die Ursache für die Entzündung der übrigen Teile des Pulvers aus. Der Funke ist in diesem Falle wirkungslos, denn seine Wärme wird alsbald durch Leitung auf immer größere Stoffmengen geführt; dadurch wird die Temperatur immer niedriger. Die freie Energie des Schießpulvers bleibt in diesem Falle, wie sie zuvor gewesen war, die Auslösung tritt nicht ein.

Es ist also in diesem Falle sicherlich eine endliche Größe des Funkens erforderlich, damit die Auslösung eintritt. Und wir wissen sogar, daß die verschiedenen Arten von Explosivstoffen sich charakteristisch dadurch unterscheiden, wie groß ihr Bedürfnis nach auslösender Energie ist. Die sogenannte Initialzündung ist eine charakteristische Eigentümlichkeit der Sprengstoffe, und sie lassen sich in eine regelmäßige Reihe ordnen, von demjenigen Sprengstoff, der sich mit der geringsten Energiemenge für die Einleitung seiner Selbstzersetzung begnügt, bis zu solchen, welche sehr erhebliche Energiemengen dazu gebrauchen. Es ist also mit anderen Worten ein jedes dieser Systeme mit suspendierter oder zeitweilig untätig gemachter freier Energie durch die Menge der auslösenden Energie charakterisiert, welche im Minimum erfor-

derlich ist, um diese wartende freie Energie auszulösen und zur schnellen Reaktion zu bringen.

Was wir hier in dem Falle der chemischen Vorgänge an Pulver und anderen Explosivstoffen erkannt haben, findet sich in genau derselben Weise bei allen anderen derartigen Gebilden wieder. Um den zweiten Schulfall zu nehmen, den Finger am Drücker eines Gewehres, so haben wir auch hier die gleichen Verhältnisse. Je nach der Feinheit der Arbeit des Schlosses, je nachdem der Stecher ausgelöst ist oder nicht, ist die Energiemenge, welche der abdrückende Finger durch den Drücker auf das Schloß zu übertragen hat, zwar recht verschieden, kann aber niemals auf Null gehen. Denn wenn sie Null wäre, so würde eben das Gewehr von selbst losgehen.

Ein jeder beliebige andere Auslösefall zeigt die gleichen Eigenschaften und wir müssen deshalb aus dieser Betrachtung folgende allgemeine Kennzeichnung der Auslösungserscheinungen entnehmen. Zu einer Auslösung gehört zunächst ein Vorrat von freier Energie, welcher durch irgendeinen Umstand in den Zustand gebracht ist, daß die Umwandlung des Energievorrates in niedere Formen nicht oder nur sehr langsam erfolgt, so daß er für längere Zeit im wesentlichen unverändert bestehen kann. Die Auslösung besteht dann darin, daß an irgendeiner Stelle die Hindernisse, welche der Transformation dieser freien Energie entgegenstehen, beseitigt werden, so daß diese Transformation eingeleitet wird. Die dadurch sich betätigende freie Energie wirkt dann auf den übrigen Vorrat so ein, daß auch an ihm die geschwinde Transformation stattfindet und daß somit der ganze, vorhandene Vorrat zur Umwandlung kommt. Die auslösende Energie muß also so viel betragen, um unter den vorhandenen Umständen an einer genügend großen Stelle des Gebildes die Transformation einzuleiten, so daß dann die freiwerdenden Energiemengen ausreichen, um diesen Einleitungsprozeß auch an allen anderen angrenzenden Stellen hervorzurufen. Zur Auslösung gehört also, zusammenfassend gesprochen, ein Vorrat von freier Energie, der an der unmittelbaren Umwandlung verhindert ist, und ein energe-

tischer Vorgang, durch welchen diese Umwandlung an einer Stelle so eingeleitet wird, daß sie sich weiterhin auf den gesamten Betrag der vorhandenen freien Energie erstreckt.

101. Geregelte Auslösung. Ein weiterer wesentlicher Punkt bei der Frage nach den Auslösungserscheinungen ist der folgende. Die vorher erwähnten Beispiele vom Funken im Pulverfaß sind dadurch gekennzeichnet, daß, wenn die auslösende Ursache den notwendigen Betrag, den wir gleich allgemein als Schwelle bezeichnen wollen, überschritten hat, dann der ausgelöste Effekt eintritt und in seinem Umfange nur von dem vorhandenen Vorrat an freier Energie abhängig ist. Wenn man die auslösende Ursache weiter steigert, so wird dadurch nicht etwa der Betrag der ausgelösten Energie geändert, sondern er behält seinen Wert unter allen Umständen bei. Hier ist also nicht nur ein Mangel an zahlenmäßiger Äquivalenz zwischen auslösender Ursache oder, wie wir besser sagen, auslösendem Anlaß und ausgelöster freier Energie vorhanden, sondern nicht einmal ein Verhältnis; denn beide Größen sind oberhalb der Schwelle ganz unabhängig voneinander.

Es ist aber nicht eine allgemeine Notwendigkeit, sondern stellt nur einen Grenzfall derart dar, daß nach der Überschreitung der Schwelle keine Abstufung der Wirkung durch den auslösenden Anlaß vorhanden ist. Denn es gibt eine große Anzahl Fälle, die gleichfalls unter den Begriff der Auslösung gehören, aber sich von den eben geschilderten dadurch unterscheiden, daß der Betrag der ausgelösten Energie, allgemein die Geschwindigkeit, mit der sie zur Umwandlung gelangt, noch in weitem Umfange von der Beschaffenheit des auslösenden Faktors abhängig ist. Denken wir uns beispielsweise als freien Energievorrat ein Gefäß, in welchem Luft zusammengepreßt ist und das durch einen Hahn mit der Außenwelt, eventuell mit einer Maschine, die durch die zusammengepreßte Luft getrieben wird, in Verbindung steht. Dann ist ebenfalls zur Drehung dieses Hahns nur eine unverhältnismäßig kleine Menge Energie erforderlich; dadurch wird die gesamte freie Energie der zusammengepreßten Luft ausgelöst, gleich-

gültig, wie groß ihr Betrag ist. Wir erkennen also die charakteristische Eigenschaft der Auslösungserscheinungen hier deutlich wieder. Ferner aber ist es von der Stellung, die wir dem Hahn beim Öffnen geben, in weitem Maße abhängig, wie schnell der Vorrat von freier Energie zur Auslösung kommt. Öffnen wir den Hahn nur ganz wenig, so ist diese Geschwindigkeit gering, bei weiterer Öffnung steigt sie bis zu einem Maximalwert, und dreht man den Hahn, den wir von gewöhnlicher Konstruktion voraussetzen, weiter, dann nimmt die Geschwindigkeit wieder ab, um bis auf Null zu sinken. Ich habe auf den letzten Punkt besonders hingewiesen, um aufmerksam zu machen, daß nicht notwendig mit einer solchen Änderung des auslösenden Anlasses, welche zunächst eine Verstärkung der Geschwindigkeit bewirkt, dauernd eine Verstärkung der Energiebefreiung verbunden ist; es kann auch ganz gut das Gegenteil eintreten. Wir kennen eine große Anzahl anderer Fälle, die sich ähnlich verhalten. Um einen zu kennzeichnen, der gar keine äußere Ähnlichkeit mit diesem hat, sei an die Wirkung der katalytischen Stoffe auf chemische Reaktionen erinnert. Katalysatoren sind Stoffe, welche einen chemischen Vorgang beschleunigen, ohne in den Produkten zu erscheinen. Auch in diesem Fall handelt es sich um einen typischen Auslösungsvorgang. Haben wir beispielsweise eine Lösung von Rohrzucker, so können wir diese zwar nicht unbegrenzt, aber doch sehr lange unverändert aufbewahren. Setzt man nur eine ganz kleine Menge irgendeiner stärkeren Säure dazu, so wirkt der Rohrzucker auf das vorhandene Wasser ein und wandelt sich in den sogenannten Invertzucker, ein Gemenge aus Dextrose und Lävulose, um. Die Säure wird dabei nicht verbraucht, man kann sie in jedem Augenblick der Reaktion und ebenso nach deren Ablauf in vollständig unveränderter Menge und Beschaffenheit in der Flüssigkeit vorfinden. Auch hier haben wir es also mit einer typischen Auslöseerscheinung zu tun. Die Säure muß vorhanden sein und es muß ein bestimmter, sehr kleiner Schwellenwert der Konzentration überschritten werden, damit der Vorgang merklich wird; im übrigen aber erfolgt der Vorgang zunächst annähernd proportional der

Menge hinzugesetzter Säure, während freilich, wenn die Säure eine bestimmte Stärke überschritten hat, die Zunahme der Reaktionsgeschwindigkeit anderen Gesetzen als dem einfachen Verhältnis gemäß erfolgt. Also auch hier haben wir den Fall einer geregelten Auslösung vor uns, der sich von dem erstgeschilderten einfachen Fall der totalen Auslösung in seinem Ablauf wesentlich unterscheidet, aber im übrigen doch den allgemeinen Charakter der Auslösungsvorgänge deutlich zeigt.

102. Die organischen Auslösungen sind geregelte. Es ist auf diesen Punkt besonders eingegangen worden, weil wir bei den organischen Auslösungserscheinungen, die mit der Tätigkeit der Sinnesapparate und des Nervensystems verbunden sind, gerade immer wieder auf derartige Fälle von geregelter und abgestufter Auslösung stoßen und es wesentlich ist, daß wir uns vorher überzeugt haben, daß derartige Fälle nichts spezifisch Organisches besitzen, sondern sich ebenso auch im Gebiet der anorganischen Welt realisieren lassen. Wir sehen also, das ganz allgemein auch die Auslösungsvorgänge zu der wohlbekannten Klasse der Dissipationserscheinungen gehören. Sie gewinnen ihre besondere Beschaffenheit in ganz entscheidender Weise dadurch, daß der mögliche Dissipationsvorgang zunächst durch bestimmte Umstände nicht zum Ablauf gelangt (genauer gesprochen, nur zu einem überaus langsamen Ablauf) und daß dann durch einen neu hinzutretenden Faktor, die auslösende Veranlassung, dieser Ablauf beschleunigt wird. Wirkt die Auslösung dergestalt, daß keine weitere Regelung durch die Beschaffenheit des auslösenden Faktors mehr möglich ist, dann haben wir die totale Auslösung, wirkt die Auslösung dagegen so, daß noch ein bestimmtes Maß von Herrschaft über den Ablauf des Dissipationsvorganges erhalten bleibt, dann haben wir es mit der geregelten Auslösung zu tun. Bei genauerer Analyse erweist diese sich als der allgemeine Fall, von dem die totale Auslösung nur einen Grenzfall darstellt, bei welchem der Zeitverlauf des ganzen Phänomens so kurz geworden ist, daß man auf die tatsächlich vorhandenen Unterschiede nicht achtgibt oder achtgeben kann.

103. Reiz und Reaktion. Gehen wir nun mit diesen Kenntnissen und Anschauungen an die Beurteilung der Frage nach Reiz und Reaktion heran, so können wir folgendes aussprechen. Jede Reaktion eines Organismus auf irgendeinen Reiz, sei es die primitivste Kontraktion des elementaren Protoplasmaklümpchens oder die komplizierteste Folgeerscheinung bei einem hochentwickelten Menschen, setzt voraus, daß der Organismus einen entsprechenden Vorrat von freier Energie hat, auf die der Reiz auslösend wirkt. Wenn wir ein anorganisches Gebilde gewöhnlicher Art, das im stabilen Gleichgewicht ist, mit irgendwelchen Energiebetätigungen angreifen, so erfolgt an diesem Gebilde nichts, was der typischen organischen Reaktion ähnlich wäre. Ein jeder starre Körper, der ja auch immer elastisch ist, wird beispielsweise, wenn man ihn drückt, an der betreffenden Stelle entsprechend der Druckgröße seine Gestalt ändern und seine Reaktion wird darin bestehen, daß die Gestaltsänderung so lang fortgesetzt wird, bis der elastische Gegendruck des entstalteten Körpers dem angreifenden Druck gleich geworden ist. Hört dieser auf, so geht der Körper in seine frühere Form zurück. Das ist der eine Grenzfall. Der andere Grenzfall ist durch den unelastischen Körper gekennzeichnet. Wenn auf einen solchen die entstaltende Ursache einwirkt, findet gleichfalls eine Entstaltung statt, aber der Körper geht nicht wieder in seine frühere Form zurück, weil die einwirkende Energie inzwischen sich in Wärme verwandelt hat und durch Zerstreuung in den unfreien Zustand übergegangen ist. Im allgemeinen besteht eine Wirkung, welche über das Äquivalent der hineingegangenen Energie hinausginge, nicht, sondern die Energietransformation findet entweder in der Weise statt, daß die Energie lokalisiert und frei bleibt wie beim elastischen Körper, oder daß sie eine Form annimmt, welche sich zerstreut wie beim unelastischen Körper.

Wir haben freilich auch im anorganischen Gebiet Fälle, wo Vorräte freier Energie sich ohne große Dissipation aufbewahren lassen und durch eine auslösende Wirkung in Freiheit gesetzt werden können. Es sind ja oben bereits einige derartige Fälle als Beispiele beschrieben worden. In diesen Fällen werden wir aber

beim anorganischen Gebilde nur ein einziges Mal eine derartige Auslösungsreaktion vollziehen können; ist die vorhandene freie Energie verbraucht, so hört die Möglichkeit einer zweiten Reaktion auf. Beim Organismus liegt die Sache so, daß er immer wieder auf einen eintretenden Reiz reagiert. Allerdings nicht unbegrenzt, denn zuletzt tritt Erschöpfung ein. Die Ursache erkennen wir aus der früher gegebenen Definition der Lebewesen. Sie sind stationäre Energiegebilde, d. h. solche, durch welche unaufhörlich mit einer bestimmten Geschwindigkeit freie Energie hindurchgeht und die somit in jedem Augenblick einen bestimmten Vorrat an freier Energie besitzen. Sie können also auch in jedem Augenblick aus diesem Vorrat einen durch die Umstände gegebenen Anteil auf einen erfolgten Reiz hin transformieren und daher also eine Gegenwirkung oder Reaktion auf den Reiz immer wieder betätigen, solange noch das Gebilde einen genügenden Vorrat freier Energie betätigen kann. Wird diese schneller verbraucht als nachgeliefert, so „ermüdet" das Lebewesen, seine Energie ist „erschöpft".

Die einfachste Reaktion des elementaren Lebewesens auf einen eintretenden Reiz besteht dann darin, daß die vorhandene freie Energie in einer ganz bestimmten Weise sich umlagert, beispielsweise als mechanische, durch Oberflächenspannungsänderungen geleistete Arbeit der orientierten Kontraktion, und daß dieser Zerstreuungsvorgang des Energievorrats sich von dem gereizten Punkte, wo er beginnt, fortgesetzt mit einer Geschwindigkeit, die von der Beschaffenheit des Lebewesens und in vielen Fällen auch von der Stärke des Reizes selbst abhängig ist. Wir haben es also schon in dem einfachsten Falle mit einer geregelten Auslösung zu tun, wobei die in Umwandlung begriffenen Anteile des Energievorrats gleichzeitig wieder als Reiz auf die benachbarten Stellen wirken, und so, im allgemeinen allerdings mit abnehmender Stärke, den ganzen Organismus unter den Einfluß des lokalen Reizes bringen.

104. Reaktionsketten. Wenn andererseits, wie das bei den höheren Lebewesen der Fall ist, auf den Reiz an Stelle der lokalisierten einfachen Reaktion eine ganze Reaktionskette erfolgt, so

ist die Sache energetisch so zu deuten, daß eine Anzahl von Auslösungen vorhandener freier Energien hintereinander geordnet ist, wodurch jene Verlegung der Reaktion vom Reiz weg nach Ort und Zeit erreicht ist. Wird ein mit dem Nervenende verbundener Sinnesapparat gereizt, so wird zunächst in dem Sinnesapparat eine erste Transformation vorgenommen, wie wir sie beispielsweise bei der Lichtwirkung auf die Retina des Auges kennen gelernt haben. Die chemischen Prozesse, welche sich dann im Augenhintergrund vollziehen, beruhen auf dem Vorhandensein von freien, chemischen Energien in den betreffenden Substanzen; das Licht wirkt aller Wahrscheinlichkeit nach auch hier katalytisch in dem früher geschilderten Sinne, d. h. es beschleunigt den Ablauf des ohnedies stattfindenden, nur für sich äußerst langsam erfolgenden chemischen Prozesses in der lichtempfindlichen Substanz der Retina, dem Sehpurpur. Hierdurch wird ein weiterer Vorgang ausgelöst, der im Nerven verläuft und ähnlich dem elektrischen Strom in einem Telegraphen eine energetische Reaktion am anderen Ende des Nerven hervorruft. Worin dieser Nervenstrom besteht, ist gegenwärtig noch unbekannt. Daß es kein einfacher elektrischer Vorgang ist, geht aus der mäßigen Geschwindigkeit von 10 bis 30 Metern pro Sekunde hervor, mit welcher je nach der Natur des Lebewesens sich dieser Nervenvorgang fortpflanzt. Wir brauchen auch für unseren Zweck nichts Genaueres über das nähere Wesen dieses Vorganges zu wissen, da es uns genügt, daß dieser Vorgang auf die Nervenbahn beschränkt ist und am Ende derselben wiederum von neuem auslösend zu wirken vermag, also jedenfalls energetischer Natur ist.

Nur in den allerprimitivsten Fällen ist diese erste Wirkung das Endergebnis des Reizes, nämlich eine Muskelzusammenziehung oder eventuell auch ein chemischer Prozeß, die Sekretion irgendeiner bestimmten Substanz. Bei weitem in den meisten Fällen geht die erste Nervenleitung zu einem Zentralorgan, einer Ganglienzelle oder einer mehr oder weniger großen Gesamtheit von solchen Zellen und wird an dieser Stelle von neuem transformiert. Dazu ist wieder erforderlich, daß in dem Zentralorgan umwandlungs-

bereite freie Energie vorhanden ist, die wir mit der größten Wahrscheinlichkeit wiederum als Energie chemischer Natur ansprechen dürfen. Eine zweite Nervenleitung führt dann von dieser Zentralstelle zu dem peripheren Gebilde, Muskel oder Drüse, welches die zweckgemäße Leistung nach außen zu vollziehen bestimmt ist, und die Leistung selbst ist wiederum durch einen Auslösungsprozeß bedingt. Denn wiederum ist nicht die Energie des Vorganges in der Nervenleitung irgendwie äquivalent der mechanischen oder chemischen Energie des peripher ausgelösten Vorganges, sondern dieser letztere kann unter Umständen ein vieltausendfaches an Energie aufbringen. Die Notwendigkeit ist daher ohne Zweifel gegeben, auch hier wiederum die Nervenwirkung auf den Endapparat als eine Auslösungswirkung zu betrachten.

105. Das Weber-Fechnersche Gesetz. Angesichts dieser wiederholten Auslösungsvorgänge innerhalb des ganzen Prozesses begreift man ohne weiteres, daß von einem Proportionalitätsverhältnis zwischen dem Reiz und dem nach außen gehenden Endeffekt nicht die Rede sein kann. Ebensowenig kann Proportionalität erwartet werden zwischen dem Reiz und seiner innen zur Wirkung kommenden Betätigung, wie sie etwa als Empfindung vom Bewußtsein registriert wird. Schon an dem Eingangstor der reizenden Energie findet, wie wir gesehen haben, eine erste auslösende Wirkung statt und es hängt natürlich ganz und gar von der Beschaffenheit des Nervenendapparates, des Sinnesapparates ab, in welchem Verhältnis die dort ausgelöste und als Nervenstrom zunächst sich betätigende Menge der vorrätigen freien Energie zu der Menge der eindringenden (oder austretenden) Energie des Reizes steht. Auch begreift man, daß die ursprüngliche Formulierung des Weber-Fechnerschen Gesetzes, wonach die Wirkung im Bewußtsein proportional dem Logarithmus der Reizstärke, d. h. der auf die Zeiteinheit bezogenen Menge der reizenden Energie, wächst, sich nur in begrenztem Umfange und für gewisse Arten von Reizwirkungen als richtig erwiesen hat. Es besteht beispielsweise bei der Frage der Erregung elektromotorischer Kräfte durch chemische Wirkung ein ganz ähnliches Gesetz. In einer Kon-

zentrationskette ist die elektromotorische Kraft, die also der Empfindung vergleichbar wäre, nicht proportional der Konzentration der reagierenden Stoffe, sondern proportional dem Logarithmus dieser Konzentration. Es wächst also die Spannung mit der Konzentration in ganz demselben Verhältnis, wie das Weber-Fechnersche Gesetz es von der Empfindung gegenüber dem Reiz ausspricht. Aber dies ist nur ein einfacher Grenzfall und es gibt eine ganze Anzahl von anderen Fällen, die abweichenden Gesetzen unterliegen. Daraus etwa zu schließen, daß der Nervenvorgang etwa elektrischer Natur sei und proportional dem Logarithmus der durch etwaige Konzentrationsänderungen am Nervenendapparat gesetzten elektromotorischen Kraft, wäre ein voreiliger Schluß, über dessen Richtigkeit und Unrichtigkeit erst durch sehr viel eingehendere Studien des Mechanismus dieser Vorgänge Aufschluß erhalten werden könnte.

106. Zusammenfassung. Was wir aus diesen Betrachtungen entnehmen können, ist folgendes. Zwischen Reiz und Reaktion (wobei dieses letzte Wort im weitesten Sinne genommen wird) besteht im allgemeinen kein proportionales Verhältnis und kann auch keines erwartet werden, weil in keinem Falle die freie Energie, die als Reiz wirkt, einfach in die Wirkung des Reizes transformiert wird. Überall sind vielmehr Zwischenvorräte von freier Energie eingeschaltet und die bis dahin gelangenden energetischen Wirkungen üben in jedem einzelnen Falle nur einen auslösenden Effekt aus, der allerdings wiederum auch in jedem Falle keine totale Auslösung, sondern eine verhältnismäßige darstellt, in dem Sinne, daß die Wirkung durchschnittlich um so stärker ist, je stärker der Reiz oder der auslösende Faktor war, aber nicht in der gleichen Proportion wächst und abnimmt wie dieser. Wesentlich für diese Betrachtung ist noch der Umstand, daß sehr kleine energetische Einwirkungen ganz ohne entsprechenden Erfolg bleiben; es muß ein bestimmtes Minimum von Energie überschritten werden, bevor überhaupt von einer Einwirkung auf das Lebewesen und einer Reaktion desselben die Rede ist. Wir haben schon Seite 196 bei Gelegenheit der Analyse des Auslösungsbegriffs selbst uns

davon überzeugt, daß zur Auslösung niemals eine Energiemenge Null reicht, sondern immer eine endliche, wenn auch in vielen Fällen sehr kleine Energiemenge erforderlich ist. Diese endliche Grenzmenge, unterhalb deren keine Wirkung erfolgt, findet sich nun überall bei den Reaktionen der Organismen wieder. Man hat diese Tatsache, welche von Fechner entdeckt und in ihrer außerordentlich großen Bedeutung zuerst gewürdigt worden ist, mit demselben Worte belegt, das auch dort angewandt worden ist, mit dem Worte der Schwelle. Aus dem Umstande also, daß alle Reaktionen der Organismen Auslösungserscheinungen sind, konnten wir von vornherein erwarten, daß auch die Tatsache der Schwelle, des notwendigen Minimalwertes für das Eintreten der Auslösung, sich dort finden wird, und in der Tat ist diese eine vollkommen allgemeine Erscheinung bei allen Reizwirkungen auf alle Organismen.

107. Energetische Bedeutung des Nervensystems. Gegenüber den eben geschilderten Verhältnissen, die ganz allgemein bei allen Lebewesen im Pflanzenreich wie im Tierreich vorkommen, werden wir uns zunächst die Frage zu stellen haben: weshalb findet sich bei den entwickelteren Lebewesen regelmäßig diese zunehmende Funktionsteilung und die Funktionsverknüpfung durch ein Nervensystem? Wir können vielleicht noch besser die Frage umdrehen und derart stellen: was veranlaßt uns, diejenigen Lebewesen, bei denen eine Funktionsteilung und eine Funktionsverbindung durch ein Nervensystem eingetreten ist, als höhere Wesen zu bezeichnen?

Zunächst haben wir einen von dieser Beurteilung unabhängigen Nachweis der Höhenzunahme in der zeitlichen Reihenfolge. Wir finden ganz allgemein, daß die verwickelteren Organismen, d. h. die mit weiter geführter Funktionsteilung und Funktionsverbindung auch im Lauf der Entwicklungsgeschichte später aufzutreten pflegen. So dürfen wir aus diesem Hintereinander und aus der allgemeinen Einsicht, daß die zunehmende Anpassung der Lebewesen an ihre Existenzverhältnisse eine fortlaufende Verbesserung ihrer Existenz selbst bedingt, den Schluß

ziehen, daß tatsächlich die späteren Ausprägungen einer Entwicklungsreihe den höheren Zustand darstellen. Dieser Schluß wird weiterhin dadurch bestätigt, daß die Funktionsteilung und Funktionsverbindung einen Erfolg hat, der gemäß der Natur des Organismus selbst als Hauptaufgabe für jedes Lebewesen bezeichnet werden muß.

Wozu dient in der Tat diese Komplikation des einzelnen Lebewesens? Die Antwort darauf ist wohlbekannt: sie dient dazu, ihre einzelne Funktion durch die individuelle Ausgestaltung vollkommener zu machen und ferner nach Absonderung dieser Funktionen voneinander ihre Verbindungsmöglichkeit für den Zweck des Lebewesens mannigfaltiger und biegsamer zu gestalten. Alle diese Änderungen und Verbesserungen bedeuten aber, wie wir uns alsbald überzeugen, im letzten Ende gar nichts anderes, als Verbesserungen des Güteverhältnisses für die Energietransformation des Organismus. Jeder Organismus ist also für sich eine mehr oder weniger vollkommene Verwirklichung des energetischen Imperativs: Vergeude keine Energie, verwerte sie! Die niedersten Organismen sind im allgemeinen die schlimmsten Energievergeuder, weil sie durch ihren Körper, der als Universalapparat dienen muß, nur in sehr unvollkommener Weise die ihnen zu Gebote stehende Energie verwerten können. Jedes neue Organ, das sich für den bestimmten Zweck besonders entwickelt, bedeutet eine Verbesserung des Güteverhältnisses für die Umwandlung eben der Energieart, für deren Perzeption oder Betätigung es ausgebildet worden ist. Ein wohl entwickelter Muskel, der sich in seinen optimalen Funktionsverhältnissen befindet, vermag etwa 40 Prozent der verbrauchten chemischen Energie in mechanische Arbeit umzusetzen. Die geringfügige mechanische Arbeit, welche etwa durch die Kontraktionen des Schleimkörpers eines Protozoon hervorgebracht werden kann, ist wohl niemals exakt gemessen und mit der korrespondierenden Oxydation verglichen worden. Soviel sich aber aus den allgemeinen Verhältnissen schließen läßt, ist das Güteverhältnis hier ein sehr viel kleineres als in dem Fall des entwickelten Muskels. Ebenso

gehört eine sehr beträchtliche Lichtstärke dazu, um bei einem Lebewesen, dessen primitive Augen aus einem Pigmentflecken bestehen, die entsprechende Reaktion auszulösen, während das Auge eines entwickelten Wirbeltiers mit erstaunlich geringen Energiemengen vorlieb nimmt, und doch eine sehr ausreichende Perzeption der Außenwelt darauf zu gründen vermag.

Also die ganze Organisation in Funktionsteilung und Funktionsverbindung hat weiter keinen Zweck als das energetische Güteverhältnis zu verbessern. Wir erkennen demgemäß, daß die ganze organische Entwicklung, die im Sinne einer immer besseren Energieverwertung erfolgt, in letzter Linie auf den zweiten Hauptsatz und das Gesetz der Energiedissipation zurückführt. Würde die freie Energie nicht zerstreut werden, so könnte man dasselbe Energiequantum wie das Rad der Mühle immer wieder durch den Körper im Kreislauf treiben. Es bedürfte dann aller dieser besonsonderen Einrichtungen nicht, sondern ein jedes Lebewesen könnte unabhängig von seiner Umwelt und unabhängig von irgendwelchen Gefahren und Konkurrenzschwierigkeiten sein eigenes Dasein durchführen, soweit es ihm willkommen ist. Es ist also das Dissipationsgesetz, auf welchem die Notwendigkeit der ganzen organisatorischen Entwicklung beruht, und wir werden ganz allgemein aussprechen können, daß die Steigerung der primitiven Lebewesen durch die ganze ungeheure Mannigfaltigkeit der verschiedenen Formen hinauf bis zum höchstentwickelten Menschen auf nichts anderem beruht als auf der Existenz und Wirksamkeit der Energiedissipation. Nur um innerhalb des Rahmens der Mannigfaltigkeiten, welches dieses Gesetz gewährt, die günstigsten Bedingungen herzustellen, ist diese ganze verwickelte Organisation der höheren Lebewesen eingetreten. Der ganze Apparat von Sinnesfunktionen zur Erlangung der Nahrungsmittel, von Verdauungsfunktionen zu ihrer Assimilation und schließlich von Muskeln und Drüsen zur Betätigung der aufgesammelten Energien nach außen hat gar keinen anderen Zweck als die möglichste Steigerung der Quantität der freien Energie, welche zu einer gegebenen Zeit erworben und dem Körper für weitere Umwand-

lungen zugeführt werden kann, und die möglichste Verlangsamung der Dissipation dieser aufgenommenen freien Energie. Wir erkennen also auch hier in dieser charakteristischen und allgemeinsten Tendenz aller Lebewesen, in dem Prinzip der Entwicklung und Steigerung jeder einzelnen Form durch die Wirkung der Konkurrenz und Auslese gar keine andere Grundlage als eben dasselbe allgemeine Dissipationsgesetz, welches wir bereits als Quelle der Einsinnigkeit der Zeit erkannt haben, welche den Rahmen abgibt, in dem sich das Dasein der ganzen uns bekannten Welt, der anorganischen ebenso wie der organischen, abspielt.

108. Die Entstehung des Willens. Bei den höheren, mit einem Zentralorgan ausgestatteten Lebewesen tritt denn schließlich auch dasjenige ein, was wir, ohne der durchschnittlichen Wortbedeutung Zwang anzutun, einen Willen im engeren Sinne nennen können. Es ist bereits an früherer Stelle darauf hingewiesen worden, daß Schopenhauer die Wirksamkeit des Willens in der ganzen Natur erkennen zu müssen glaubte und daß ihm ebenso die Gravitation der Weltkörper zueinander, das Ablaufen chemischer Prozesse und die physikalische Wechselwirkung der positiven und negativen Elektrizität und der entsprechenden Magnetismen als Äußerungsformen des universalen Weltwillens erschienen, wie die bewußt in bestimmtem Sinne gerichtete Tätigkeit der höchstentwickelten Menschen. Denn auch die letzte hielt er mehr für ein Scheinphänomen als für ein wirkliches. Er erachtete, daß sich der Wille den Intellekt für seine Zwecke geformt habe und daß er über ihn verfüge wie der Herrscher über den Sklaven, so daß der Intellekt überhaupt nur das zu tun angehalten sei, was dem Willen genehm ist. Nur die allerhöchsten intellektuellen Leistungen, die philosophischen, glaubte Schopenhauer von der Herrschaft des Willens frei. Deshalb sah er in ihnen nicht nur die höchsten organischen Betätigungen in Gestalt der obersten Stufe einer zusammenhängenden Stufenleiter, sondern er sah in ihnen etwas ganz Heterogenes, außerhalb der durch den „blinden“ Willen beherrschten Welt Liegendes, für

welches keine Kontinuität mit den übrigen dem Willen unterworfenen Funktionen des Geistes anzunehmen war.

Wir werden uns überzeugen, daß neben vielem Richtigen und Wahren, was in dieser Konzeption liegt, doch auch eine Anzahl von fundamentalen Irrtümern nicht vermieden worden sind. Die Ursache ist, daß Schopenhauer entsprechend dem Wissenszustande seiner Zeit noch nicht in der Lage war, die physikalische Begründung der gesamten Willenserscheinung im Dissipationsgesetz zu erfassen. Er hat deshalb, da er nicht wußte, woher er den Willen nehmen oder worauf er ihn begründen sollte, ihn als eine metaphysische Realität angesehen, als eine Art von göttlichem Wesen, das außerhalb der Welt steht und sie genau wie der hebräische Gott im ersten Buche Mosis nach seiner Absicht und für seine Zwecke, wenn auch vielleicht nicht überall ganz zulänglich und mit mancherlei mißratenen Seiten, geformt hat und nun beherrscht.

Ist so auf der einen Seite die metaphysische Begründung der Willenstheorie Schopenhauers unhaltbar, so werden wir uns auch leicht überzeugen, daß die von Schopenhauer als willensfrei aufgefaßte höchste Betätigung des menschlichen Geistes im philosophischen Denken doch wiederum stetig zusammenhängt mit allen übrigen intellektuellen Betätigungen. Denn auch das philosophische Denken ist der gleichen Zweckrichtung auf die Verbesserung des energetischen Güteverhältnisses unterworfen, wie alle andere intellektuelle Arbeit. Nur ist das philosophische Denken (wenigstens wie es diejenigen Philosophen betrieben haben, durch deren Denken für die Menschheit ein wirklicher Fortschritt entstanden ist) gekennzeichnet dadurch, daß es von unmittelbarer Anwendung für die kleinen menschlichen Zwecke des Tages am freiesten ist, dagegen allerdings nach der anderen Seite mit der intensivsten Zweckmäßigkeit für die Gestaltung der allgemeinsten Fragen und in solcher Weise auch für die Beeinflussung jedes einzelnen Geschehens und jeder einzelnen Handlung, auch der geringsten, am stärksten erfüllt ist.

Erkennen wir so, daß die Tatsache des Willens bereits im Anorganischen ihre bestimmte und charakteristische Grundlage

hat, ohne welche sie nicht bestehen könnte und deren Beschaffenheit auch für die Ausgestaltung des Willens selbst in vielen Einzelheiten entscheidend und maßgebend ist, so werden wir auf die Notwendigkeit geführt, uns den Inhalt dieses Begriffes oder, genauer gesagt, die Summe von einzelnen Begriffen, die wir dem Worte Willen zuordnen, möglichst genau zu vergegenwärtigen. Wir werden dabei unsere grundsätzliche Betrachtung festhalten, daß nicht etwa ein Begriff schon dadurch, daß ein entsprechendes Wort besteht, eindeutig definiert und umschrieben ist. Vielmehr machen wir ja immer wieder die Erfahrung, daß gewisse, nicht sehr bestimmte Gruppen von Begriffen, die gemeinsam auftreten, aus praktischen Gründen mit einem Zeichen behaftet werden, indem ihnen ein bestimmtes Wort zugeordnet wird. Je verwickelter aber die Begriffsgruppe beschaffen ist, um so verschiedenartiger ist die Zusammenstellung von besonderen einzelnen Begriffen aus der Gesamtmenge, welche von dem einen oder dem anderen, der das Wort benutzt, diesem zugeordnet wird. Es ist deshalb nötig, zunächst mit Rücksicht auf den größtmöglichen Inhalt der Wortbedeutung genau zu untersuchen, welche einzelne Elemente in dieser Gesamterscheinung vorhanden sind, die wir den Willen nennen. Wir müssen feststellen, aus welchen Bestandteilen dieses besondere Phänomen entsteht, demzufolge die höheren Wesen, insbesondere die bewußten Menschen, die jeweils vorliegenden Tatbestände und Verhältnisse mit Rücksicht auf den Umstand untersuchen und prüfen, daß sie je nach deren Beschaffenheit ihre künftigen Handlungen so oder anders einrichten. Der Wille ist also gemäß dieser Betrachtung durch die bewußte Gestaltung der Zukunft gekennzeichnet, und diese Definition setzt zweierlei voraus. Erstens, daß die Zukunft dem mit einem Bewußtsein ausgestatteten Lebewesen bekannt werden kann, und zweitens, daß dieses Lebewesen fähig ist, unter verschiedenen Möglichkeiten seines künftigen Verhaltens eine bestimmte zu wählen, nämlich diejenige, welche gemäß seiner Voraussicht am meisten im Sinne des energetischen Imperativs belegen ist.

109. Die Vorstufen des Willens. Tropismen. Bevor wir

indessen an diese letzte und höchste Untersuchung des Willensproblems gehen, orientieren wir uns zunächst über die dem Willen analogen Erscheinungen bei niedrigeren Lebewesen, die ein Zentralorgan nicht besitzen. Wir werden zu erwarten haben, daß wir bei diesen Organismen zwar gewisse Verhältnisse finden werden, die den Willensvorgängen analog sind, daß aber bestimmte Elemente bei diesen Erscheinungen fehlen werden, deren Vorhandensein wir in den höchst entwickelten Formen der Willenshandlung jedesmal nachweisen können und deren Beschaffenheit in der eben angestellten generellen Voruntersuchung bereits angedeutet worden ist.

Diejenigen Erscheinungen, welche bei den elementaren Lebewesen den Willensvorgängen am ähnlichsten sind, nennt man dort Tropismen. Um gleich einen Fall anzuführen, bei welchem die Ähnlichkeit mit bewußtem Wollen eine besonders auffallende ist, sei an die merkwürdigen Verhältnisse erinnert, die von Wilhelm Pfeffer an den Schwärmsporen gewisser Algen entdeckt worden sind. Die männlichen Befruchtungszellen dieser Algen werden nämlich von der entwickelten Pflanze in das umgebende Wasser entlassen und bewegen sich mit Hilfe eines einfachen Bewegungsorganes durch das Wasser allseitig hin und her, etwa wie die Mücken in einem Mückenschwarm. Gelangen nun diese Schwärmsporen in die Nähe einer weiblichen Blüte, so sieht man, daß sie bereits aus ziemlicher Ferne ihre Bewegungen vorwiegend nach der Blüte hin richten. Diese Richtung wird um so bestimmter, je näher sie zur Blüte hingelangen, und in nächster Nähe der Blüte werden sie so bestimmt, daß die Sporen direkt in die Blüte hineinschlüpfen und dort die Befruchtung bewirken. Es sieht also aus, als wenn die Sporen mit irgendeinem Sinnesorgan ausgestattet wären, welches ihnen gestattet, den Ort der Blüte zu erkennen, wenn sie in die Nähe kommen, und ihn um so deutlicher und bestimmter zu erfassen, je näher sie herangelangen, bis sie schließlich mit unfehlbarer Sicherheit die Befruchtungsöffnung der Blüte finden. Pfeffer hat in der Vermutung, daß es sich um eine Orientierung durch bestimmte chemische Substanzen handelt, eine

sehr scharfsinnig durchgeführte Untersuchung angestellt, aus welcher sich ergab, daß die Vermutung sich nicht nur als richtig erwies, sondern daß auch die spezielle Natur der chemischen Substanz eindeutig festgestellt werden konnte, welche jene Orientierung der Schwärmsporen hervorbrachte. Es war Äpfelsäure. Mit Hilfe von anderweitig hergestellter Äpfelsäure, also mit Hilfe einer Substanz, die niemals in solchen Algen gewesen war und deren spezifische Beschaffenheit angenommen haben konnte, gelang es Pfeffer, genau dieselben Bewegungen nach einer feinen Glasröhre hin ausführen zu lassen, in deren Innern sich eine Lösung von Äpfelsäure befand. Nach bekannten physikalisch-chemischen Gesetzen diffundiert nämlich aus solch einer Lösung alsbald der betreffende Stoff in das umgebende Wasser hinaus und es entsteht eine Anordnung, wonach seine Konzentration in nächster Nähe der Röhrenöffnung die größte ist und immer kleiner wird, je weiter man sich von dieser Quelle der Diffusion entfernt. Es stellte sich nun heraus, daß die Richtung der Bewegung der Schwärmsporen, die in gewöhnlichem Wasser allseitig in gleicher Weise erfolgte, durch das Vorhandensein eines Diffusionsgefälles von Äpfelsäure derart geändert wurde, daß die Bewegungen vorwiegend senkrecht zu den Flächen gleicher Konzentration erfolgen. Sie werden also mit anderen Worten so gerichtet, daß die bewegte Spore auf dem kürzesten Wege in die Gebiete höherer und höchster Konzentration der Äpfelsäure hineinsteuert. Da die höchste Konzentration im Innern der Glasröhre war, wurde durch diese Lenkung nach kurzer Frist die Glasröhre mit freiwillig sich hineinstürzenden Schwärmsporen vollgestopft, als wenn sie eine weibliche Blüte gewesen wäre. Und zwar auf Grund derselben Ursache, wie bei der Blüte, nämlich wegen des Vorhandenseins von Äpfelsäure.

110. Theorie der tropischen Vorgänge. Die Frage nun, wie ein derartiges überaus einfach organisiertes Lebewesen, wie eine Schwärmspore ist (sie besteht aus einer einzigen Zelle mit einer Geißel als Bewegungsorgan), es fertig bringt, um auf die scheinbar überaus verwickelt beschaffene Einladung der Äpfel-

säure zu reagieren, ist durch eine prinzipielle Überlegung von Jacques Loeb in befriedigender Weise beantwortet worden. Ein jedes derartige Lebewesen ist stets mit einem anatomischen Unterschiede zwischen vorn und hinten ausgestattet und hat im allgemeinen mindestens eine Ebene, in vielen Fällen auch eine Achse der Symmetrie. Und wenn nun auf ein solches Lebewesen irgendeine Energie einwirkt, durch welche seine Betätigung in irgendeiner Weise geändert wird, so kann man beweisen, daß diese Änderung notwendig dahin führt, daß der Organismus seine Bewegung entweder nach den Stellen richtet, von denen die Energie ausgeht, oder aber sich von diesen Stellen zu entfernen sucht. Die Energiequelle wirkt also scheinbar entweder anziehend oder abstoßend auf das Lebewesen, und dieses richtet sich, wenn es sich bewegen kann, durchaus derart, daß es auf dem kürzesten Wege zu der Energiequelle gelangt oder sich von ihr entfernt. Die mechanische Notwendigkeit eines solchen Verhaltens ergibt sich nun aus folgender Betrachtung. Denken wir, daß die fragliche Energie (es kann sich um Licht, um chemische Substanz, um die Schwerkraft oder um irgendeine andere Energieform handeln) das betreffende Lebewesen zunächst seitlich trifft. Dann wird sein Bewegungsorgan (gemäß unserer Annahme, daß das Lebewesen durch die fragliche Energie beeinflußt wird) von der getroffenen Seite aus anders beeinflußt werden als von der anderen Seite aus. Dadurch wird notwendig die bisherige Bewegungsrichtung des Lebewesens geändert, denn die einseitige Einwirkung auf die Bewegung wirkt wie ein einseitig gedrehtes Steuerruder, welches das Lebewesen entweder zu der Energiequelle hin oder von ihr fort lenkt. Hat es die veränderte Stellung zu der Energiequelle eingenommen, so wird dennoch der eben geschilderte Einfluß fortwirken und wird eine weitere Drehung der Bahn in dem angegebenen Sinne bewirken. Diese Drehung hört erst dann auf, wenn das Lebewesen sich symmetrisch zu dem Energiezentrum eingestellt hat, wenn also die neu eingestellte Bahn seine Bewegung entweder genau nach der Energiequelle hin richtet oder genau von ihr fort. Wenn diese symmetrische

Stellung erreicht ist, werden die Seiten des Lebewesens gleichförmig beeinflußt und es ist keine Ursache zu weiterer Veränderung der Bahnrichtung vorhanden. Das Resultat ist also ein geradliniges Aufsuchen bzw. Fliehen der Energiequelle. Nun können unterwegs aber allerdings allerlei Einflüsse auf das Lebewesen einwirken, wodurch es die gerade Bahn verläßt. Dann treten alsbald wieder diese richtenden Faktoren ein, die wir eben kennen gelernt haben, und es wird so lange seine Bahn wiederum wenden, bis die symmetrische Stellung zur Energiequelle erreicht und damit eine weitere gerade Annäherung bzw. Entfernung gesichert ist.

Wir sehen aus dieser Betrachtung, daß durch das Vorhandensein einer Energiequelle und durch das einer Symmetrie und einer davon abhängigen verschiedenen Reaktionsfähigkeit an verschiedenen Körperstellen begrifflich alle Bedingungen gegeben sind, um eine derartige Orientierung der Bewegung hervorzurufen. Wenn also beispielsweise die Motte ins Licht fliegt, so rührt das nicht etwa von einer ganz besonders perversen Leidenschaft zur Selbstvernichtung in diesem Tiere her, noch auch von seiner Neugier bezüglich des Lichtes oder von irgendwelchen anderen aus der Analogie mit menschlichen Empfindungen und Gedanken hergenommenen Motiven, sondern es rührt daher, daß der Flug der Motte durch einseitig auffallendes Licht beeinflußt wird und zwar in solchem Sinne, daß die Motte mit dem Kopfe nach der Lichtquelle hin gesteuert wird. Die Motte fliegt also nur deshalb in das Licht hinein, weil sie lichtempfindlich ist und daher bei ihren Bewegungen eine Stellung anzunehmen gezwungen wird, in welcher symmetrisch gelegene Teile gleich stark belichtet werden. Diese Stellung kann ebensogut ein Fliehen vom Licht wie ein Aufsuchen desselben bewirken; man nennt die Lebewesen, bei denen das erste der Fall ist, negativ, und die, bei denen das zweite der Fall ist, positiv. Das ganze Phänomen wird Tropismus genannt und zwar finden sich Tropismen für alle möglichen energetischen Beeinflussungen der Lebewesen. Chemotropisch waren die Schwärmsporen der Algen, deren Verhalten

zur Äpfelsäure vorher geschildert worden ist, und zwar positiv chemotropisch. Positiv phototropisch sind die Motten und negativ phototropisch sind die Regenwürmer und zahlreiche andere Bewohner der Erde oder anderer dunkler Gebiete.

Hier also liegt ein besonders durchsichtiger Fall vor, wo willensähnliche Erscheinungen auftreten auf Grund rein mechanischer oder allgemeiner gesagt physikalisch-chemischer Bedingungen. Man kann auch im rein anorganischen Gebiete ähnliche Erscheinungen hervorrufen. Beispielsweise findet, wenn man in irgendeinem indifferenten Medium elektrisch leitende stabförmige Körperchen schwimmen und dann nun eine elektrische Kraft auf sie wirken läßt, alsbald auch eine Richtung dieser Teilchen der Länge nach statt, weil unter diesen Umständen ein Maximum der energetischen Wechselwirkung eintritt. Und ebenso wie die Motte ins Licht werden dann diese Teilchen durch die Wirkung des elektrischen Pols nach diesem hin bewegt werden, bzw. sich von ihm fortbewegen, falls die allgemeinen Bedingungen für eine translatorische Bewegung vorhanden sind. Ist das letztere nicht der Fall, so begnügen sich die betreffenden Körper mit einer bloßen Orientierung. Zwischen diesen Erscheinungen und den Tropismen, die eben geschildert worden sind, ist ein Unterschied nur insofern vorhanden, als die Lebewesen mit automatischer Fortbewegung ausgestattet sind. Da ferner die Lebewesen im allgemeinen auf verschiedene Arten von Energie und in mannigfaltigster Weise reagieren, so sind auch die tropischen Erscheinungen bei den Pflanzen, an denen man sie schon längst kennt, wie bei den Tieren, wo sie zum ersten Male von Jacques Loeb eindeutig nachgewiesen worden sind, sehr viel mannigfaltiger und häufiger als die analogen physikalischen Erscheinungen.

111. Die tropischen Erscheinungen und das Leben. Welche Bedeutung haben nun die Tropismen für die Lebensfunktion im allgemeinen? Wir haben gesehen, daß sie nichts ausschließlich Organisches sind und so werden wir erwarten können, daß sie nicht als solche unbedingt notwendig für das Leben sind. Wir haben uns ja in dem Falle der Bewegung der Motte zum Licht

sogar davon überzeugen können, daß gewisse Tropismen höchst unzweckmäßig sein können, indem sie unmittelbar zum Tode der mit ihnen behafteten Lebewesen führen. Man wird also die Tropismen als ein technisches Hilfsmittel anzusehen haben, welches in den meisten Fällen im Sinne der Lebensbetätigung benutzt wird, aber unter Umständen auch die entgegengesetzten Wirkungen haben kann. Im allgemeinen werden natürlich Lebewesen, welche mit schädlichen Tropismen ausgestattet sind (solche können sich vielleicht zufällig im Zusammenhang mit der Ausbildung anderer Funktionen bei ihnen einstellen) verhältnismäßig häufiger Gelegenheit zur Selbstvernichtung finden als andere analoge Lebewesen, die von dieser Eigenschaft frei sind. Durch die bekannte Betrachtung, deren Verallgemeinerung und Vertiefung wir Darwin verdanken, müssen wir also schließen, daß die mit lebenserhaltenden Tropismen ausgestatteten Lebewesen unverhältnismäßig viel zahlreicher sich in der Wirklichkeit vorfinden werden, als die mit den schädlichen Tropismen behafteten. Das erklärt, weshalb derartige Eigenschaften namentlich bei den niederen Lebewesen außerordentlich zahlreich vorhanden sind. Die weiblichen Schmetterlinge sondern unmittelbar, nachdem sie die Puppenhaut verlassen haben, eine (im übrigen noch unbekannte) chemische Substanz aus, die mit außerordentlicher Schärfe von den männlichen Exemplaren derselben Gattung wahrgenommen wird und diese aus weiter Ferne in geradlinigem Flug nach dem Orte des Weibchens führt. Hier ist ein Tropismus wie in dem Falle der oben geschilderten Schwärmsporen direkt in den Dienst der Fortpflanzung gestellt worden und bei genauerer Analyse finden wir dasselbe Prinzip in allermannigfaltigster Anwendung. Ebenso sind Tropismen für die Aufsuchung geeigneter Nahrungsplätze oder für die Ergreifung und Festhaltung der Nahrung vorhanden, so daß die fundamentalen Funktionen aller Lebewesen in ausgiebigster Weise durch das Mittel der Tropismen gesichert erscheinen.

112. Instinkthandlungen. Während wir im einfachsten Falle der Tropismen die Beziehung zwischen Reiz und Reaktion wissenschaftlich vollständig übersehen können und in dem Selek-

tionsgesetz Darwins auch den Schlüssel dafür haben, zu verstehen, wie von den möglichen Tropismen bei den lebenden und sich fortpflanzenden Organismen schließlich nur diejenigen nachbleiben, welche für das Lebewesen nützlich, zum mindesten nicht schädlich sind, verwickeln sich die Verhältnisse sehr bedeutend bei den höheren Formen der Aufeinanderfolge von Reiz und Reaktionsreihen. Es sind hier stufenweis geordnete Entwicklungsschichten nachzuweisen, die von dem allereinfachsten Tropismus bis zu der verwickeltsten Reaktionsfolge gehen.

Doch wird es immerhin gut sein, einige Hauptstufen dieser langen Entwicklungsreihe zu kennzeichnen. Wir werden als nächsthöhere Form solcher Reaktionen und Reaktionsfolgen die Instinkthandlungen anzusehen haben. Es ist bekannt, daß bei vielen Tieren, um so verwickelter, je mehr entwickelt die Tiere selbst sind, eine große Menge zweckmäßiger Handlungen vorkommen, bei denen man von vornherein ein individuelles Erfahren und Erlernen ausschließen muß. Junge Vögel bauen erstmalig Nester, Insekten üben erstmalig Brutpflege und Vorsorge für ihre Nachkommenschaft unter Bedingungen aus, unter denen ein Erlernen dieser Dinge von ihren Eltern oder Stammesgenossen vollständig ausgeschlossen ist. Man muß also sagen, daß diese Lebewesen mit der Fähigkeit und Neigung zur Welt kommen, die betreffenden Handlungen zu vollziehen, ohne daß irgendeine Möglichkeit vorliegt, daß ihnen die zweckgemäßen Folgen dieser Handlungen irgendwie bewußt sind. Ja, die Frage von dem Vorhandensein eines Bewußtseins muß in diesen Fällen meist, wenn sie auch nicht mit Bestimmtheit beantwortet werden kann, eher verneint als bejaht werden.

Vom Standpunkt der Darwinschen Theorie aus kann man die Festsetzung derartiger zweckmäßiger Gewohnheiten wohl begreifen. Wenn man sich sagt, daß diejenigen Individuen, welche mit besonders entwickelten Instinkten für Brutpflege behaftet sind, auch besonders gute Aussicht haben, diese ihre Eigenschaft auf die Nachkommen zu übertragen, so sieht man freilich ein, wie eine einmal entstandene derartige Tätigkeit durch Vererbung konstant werden kann, ohne daß das Bewußtsein dafür in Anspruch

genommen zu werden braucht. Aber die Art und Weise, wie eine solche besondere Eigenschaft, die zuweilen eine höchst verwickelte Reihe von Tätigkeiten beansprucht, entstanden sein mag, wird durch die Überlegungen nicht aufgeklärt. Mit anderen Worten, die Darwinschen Anschauungen und Theorien lassen uns zwar sehr gut begreifen, daß eine vorteilhafte Eigenschaft sich erhält, sie lassen uns aber nicht so gut verstehen, wie sie primär entstanden sein kann. In dieser Beziehung läßt uns denn in der Tat Darwin und die Wissenschaft noch ziemlich im Stich. Die von Darwin in erster Linie erwogene Annahme, daß durch die Summation von zufälligen Variationen derartige zweckmäßige Reaktionsfolgen entstehen mögen, hat nicht allzuviel für sich und bedeutet einen sehr erheblichen Wechsel, der auf die Kenntnis der Zukunft gezogen wird. Wir werden uns also am besten so zu dieser verwickelten Angelegenheit stellen, daß wir die Hoffnung hegen, ähnlich, wie wir die einfachen Tropismen verstanden haben, auch das Entstehen der verwickelten Instinktreihen zu verstehen. Es ist ja zu bedenken, daß unser gesamtes wissenschaftliches Verständnis für solche Vorgänge überhaupt nicht älter als etwa 50 Jahre ist, und daß demgemäß so gut wie alles noch von der künftig sich entwickelnden Wissenschaft zu erwarten ist. Wir werden künftig also irgendwelche Theorien haben, vermöge deren wir begreifen werden, wie sich lange und verwickelte instinktive Reaktionsreihen entwickeln können, deren erste Stufen an und für sich nicht die Eigenschaft haben, Lebewesen im Kampf ums Dasein zu unterstützen, bei denen vielmehr die letzten Stufen erreicht sein müssen, damit überhaupt ein Vorteil herauskommt. Möglicherweise wird dies Verständnis nach der Seite liegen, daß diese verwickelteren Reaktionsreihen nicht als solche entstanden sind, sondern zunächst als bloße Tropismen ihren Anfang genommen haben und dann durch kleine Variationen sich zu ganz kurzen, zunächst zweigliedrigen Reaktionsreihen entwickelt haben, daß dann diese kurzen Reaktionsreihen sich zu immer längeren ausgedehnt haben, bis sie schließlich die komplizierte Beschaffenheit angenommen haben, die wir gegenwärtig beobachten. Es ist

mit anderen Worten zu bedenken, daß die Reaktionsreihen nicht in der Beschaffenheit, wie sie uns jetzt vorliegen, auf einmal entstanden zu sein brauchen, wo allerdings die ersten und noch nicht für den Kampf ums Dasein vorteilhaften Stufen unverständlich wären, sondern daß die Vorgänger der jetzigen komplizierten Reaktionsreihen einfachere und kürzere gewesen sind, die in ihren ersten Anfängen bis auf einfache Tropismen zurückgehen. Alsdann wäre jede Entwicklungsstufe solcher Reihen bereits an sich dem Organismus nützlich und hilfreich im Kampf ums Dasein gewesen. Dadurch läßt sich wenigstens ein Anfang des Verständnisses dafür gewinnen, wieso es möglich gewesen ist, daß derart lange und verwickelte Reaktionsfolgen automatisch entstanden sind und unbewußt übertragen werden, wie wir zurzeit beobachten.

113. Grenzen des Instinkts. Die Instinkthandlungen charakterisieren sich also als angepaßte Reaktionsfolgen, welche sich langsam entwickelt und durch Vererbung befestigt haben. Sie stellen zweckmäßige Handlungen im Sinne der Lebenserhaltung dar, solange und soweit die gewöhnlichen Lebensbedingungen des Organismus bestehen. Es ist aber ganz wesentlich, zu bemerken, daß die Instinkthandlungen nur unter normalen Bedingungen wirklich nützlich sind. Durch die Fortschritte der experimentellen Biologie in den letzten Jahrzehnten sind wir mit einem reichlichen Vorrat von Beispielen versehen worden, wo Instinkthandlungen schädlich, ja tötlich auf den Organismus einwirken. Dies geschieht unter Umständen, die von den gewöhnlichen Lebensbedingungen in bestimmter Weise abweichen. Der Instinkt ist also nicht etwa eine höhere immanente Weisheit, welche dem Tier seinen richtigen Weg unter allen Umständen weist, sondern er wirkt mechanisch wie ein Schienengeleise, das über eine Brücke führt und unter normalen Umständen zwar dem Zug das Passieren des Stromes gestattet, in dem Falle aber, daß die Brücke zerstört ist, den Zug mit ebenderselben automatischen Sicherheit in den Untergang leitet.

Instinkte sind also, um es mit kurzen Worten zu wiederholen, zweckmäßige Reaktionsreihen, bei denen man aber eine Mit-

beteiligung des Bewußtseins und die Vornahme einer Wahl seitens des Lebewesens als ausgeschlossen betrachten muß. Der Beweis für diese Auffassung liegt eben darin, daß die Instinkthandlungen ebenso sicher zur Zerstörung des Individuums führen, wenn sie sich unter abnormen Umständen betätigen, wie sie für den Organismus nützlich, ja notwendig sind, solange sie unter normalen Verhältnissen verlaufen.

114. Das Bewußtsein. Die höchste Stufe der psychischen Entwicklung wird nun endlich durch das bewußte Gedächtnis dargestellt. Der wesentliche Unterschied gegenüber den einfachen Tropismen und den Instinkthandlungen besteht in folgendem. Bei den Tropismen wird durch den Reiz eine bestimmte einfache Reaktion ausgelöst. Bei den Instinkthandlungen löst der Reiz ebenfalls eine bestimmte Reaktion aus, die aber nicht die einzige bleibt, sondern sich in eine ganze und unter Umständen recht verwickelte Reihe von besonderen Betätigungen und Handlungen auseinanderlegen läßt. Im ersten wie im zweiten Falle ist aber von einer Wahl nicht die Rede, sowohl die tropische Reaktion wie die Instinkthandlung erfolgt mit automatischer Sicherheit, nachdem der Reiz eingewirkt hat. Bei den höchstentwickelten Lebewesen, insbesondere beim Menschen, aber auch in wohl erkennbarer Weise bei den höheren Säugetieren und einigen Vögeln, insbesondere bei den Hausgenossen des Menschen, macht sich nun noch eine weitere Entwicklung geltend. Der ganze Ablauf eines Geschehens nach dem Erscheinen eines Reizes ist nicht mehr von der zwangläufigen Beschaffenheit wie der Tropismus oder die Instinktreaktion. Es treten vielmehr während des Ablaufs der durch den Reiz hervorgerufenen Reaktion noch Vorgänge auf, bei denen das Lebewesen je nach Umständen verschiedene Wege wählt. Es kann also seine Reaktion ändern und zwar entsprechend den vorhandenen Bedingungen. Es ist also, um auf das Bild von dem Geleis zurückzukommen, noch außer der Geradführung durch die Schienen eine Reihe von Weichen vorhanden und das Lebewesen ist je nach seiner Entwicklung in höherem oder geringerem Maße in der Lage, die Weichen für den ablaufenden Zug so zu

stellen, daß der unter den vorhandenen Umständen günstigste Weg eingeschlagen wird. Das charakteristisch Neue bei dieser Gruppe von Erscheinungen wird durch die Frage gekennzeichnet: wie kommt der Organismus dazu, die Weichen zweckmäßig zu stellen, da doch die Folgen, welche durch die Wahl der einen oder der anderen Richtung entstehen würden, einstweilen beim Organismus noch gar nicht spürbar sind, sondern sich erst im Ablauf der Reaktionshandlung zeigen werden? Es ist mit anderen Worten eine derartige Selbststeuerung des Reaktionsablaufes gar nicht anders denkbar und möglich als unter der Voraussetzung, daß dem Organismus in irgendeiner Weise eine Kenntnis der Zukunft zu eigen wird. Er muß diese Zukunft in ihrer Wirkung auf seine Wünsche und Bedürfnisse voraussehen, um die Weichen derart zu stellen, daß das günstigste Resultat herauskommt. Auch die Instinkthandlungen waren ja so beschaffen, daß das notwendige und lebenserhaltende Ergebnis erzielt wurde, aber die Möglichkeit, zu diesem Resultat zu gelangen, war auf einen einzigen Weg, eben die Reihe der Instinkthandlungen, beschränkt und, sowie die Verhältnisse diesem einen Wege nicht mehr entsprachen, erwies sich die Reaktionsreihe der Instinkte nicht mehr als lebensfördernd, sondern gleichgültig oder lebenszerstörend. Der bewußte Organismus dagegen kann, wenn eine Reaktionsreihe zu solchen unerwünschten Folgen zu führen droht, im allgemeinen noch vor dem letzten Augenblick den Weg der Betätigung ändern und dadurch die bevorstehende Schädigung vermeiden.

Man erkennt aus dieser Beschreibung alsbald, wie außerordentlich viel besser ein mit bewußter Wahl ausgestattetes Lebewesen sich dem Kampf ums Dasein gegenüber befindet, und wir verstehen von diesem Gesichtspunkt aus deutlicher als von irgendeinem anderen, wie das verhältnismäßig schwache, ohne äußeren Schutz und ohne besonders wirksame natürliche Waffe in Gestalt von Zähnen oder Klauen ausgestattete Lebewesen Mensch es möglich gemacht hat, im Lauf einer nach kosmischem Maßstab nicht allzu langen Entwicklung sämtliche übrigen Lebewesen auf der Erde zu besiegen und seinem Willen untertan zu machen.

Es ist ausschließlich die Gehirnentwicklung mit der entsprechenden Entwicklung der bewußten Voraussicht künftiger Geschehnisse, worauf dieser einzigartige Vorzug beruht. Und wir überzeugen uns leicht auch innerhalb des Menschengeschlechtes selbst, daß diejenigen Völker und Individuen, welche mit einer besonders reichlichen Menge prophetischer Qualitäten ausgestattet sind, auch die besten Ergebnisse im Kampf ums Dasein gewinnen.

115. Die Grundlage des Bewußtseins. Es ist also die bewußte Voraussicht, um die es sich hier handelt und deren Verständnis wir demgemäß uns nach Möglichkeit erwerben müssen, um den Zusammenhang dieser höchsten Stufe mit den vorher geschilderten einfacheren und einfachsten Formen der geistigen Betätigung klar zu erkennen. Wir sehen alsbald, daß der Fortschritt, um den es sich hier handelt, auf derselben Linie gewonnen ist, wie der erste Fortschritt vom Tropismus bis zur Instinkthandlung. An die Stelle der einfachen Reaktion, die dem Reize entsprach und sich ihm zeitlich unmittelbar anschloß, ist bei der Instinkthandlung bereits eine ganze Kette von Reaktionen getreten, und gleichzeitig ist die Zeitspanne zwischen dem Reiz und dem letzten Gliede der Reaktionskette eine unter Umständen sehr lange geworden.

Bei der bewußten Betätigung auf Grund der Erfahrung ist nun diese Unabhängigkeit zwischen Reiz und Reaktion bis zum allerhöchsten Grade gestiegen. Ein moderner Mensch, der irgendein Gebiet der heutigen Wissenschaft bis in ihre letzten Einzelheiten beherrscht, richtet seine Handlungen unter Umständen nach Erfahrungen ein, welche andere Menschen vor Jahrhunderten, ja Jahrtausenden gemacht haben und deren Kenntnis ihm durch die Übertragungsmittel der Gedanken, welche die Menschheit ausgebildet hat, ebenso gut zu Gebote steht, als wenn er diese Erfahrungen selbst gemacht hätte. Während also die Gattungserfahrung bei den mit bloßem Instinkt ausgestatteten Lebewesen nur dahin führt, eine einzige, für die durchschnittlichen Bedingungen zweckmäßige Reaktionsreihe festzulegen, so bewirkt die Gat-

tungserfahrung beim Menschen und den verwandten höheren Wirbeltieren, daß nicht nur eine einzige Reaktionsfolge, sondern eine ganze Auswahl von verschiedenen möglich wird, von denen diejenige gewählt werden kann, welche den vorhandenen Umständen am besten angemessen ist. Während der Instinkt also nur für eine bestimmte und durchschnittliche Art von Existenzbedingungen zweckmäßige Handlungen bewirkt, bewirkt der bewußte Wille zweckmäßige Handlungen für eine große Mannigfaltigkeit von Voraussetzungen und gestattet daher den Lebewesen noch eine sichere Existenz unter Umständen, unter denen jede Sicherung durch den Instinkt versagen müßte.

116. Das Gedächtnis. Dadurch, daß wir uns von der Zweckmäßigkeit der bewußten Willenshandlung überzeugen, haben wir im Sinne der Darwinschen Gedanken auch die Überzeugung gewinnen können, daß eine derartige Form der Reaktion sich, wenn sie einmal entwickelt war, durchaus halten, ja befestigen und weiter entwickeln mußte. Es bleibt aber noch die Frage übrig, wie es überhaupt zu einer derartigen Entwicklung hat kommen können. Hier sind wir in der Lage, die Analyse ein wenig weiter zu führen, als im Falle der Instinkthandlungen, weil wir eben unser eigenes Bewußtsein besser kennen als das Unterbewußte bei uns, das uns zu jenen Handlungen führt, und auch besser, als bei Tieren, deren Instinkthandlungen wir nur von außen beobachten können. Und zwar ergibt sich alsbald, daß die Grundlage für alle Voraussicht und daher die Grundlage für alle Willensbetätigung (denn ein Wille setzt ja eine Voraussicht des Erfolges, auf den er gerichtet ist, voraus) sich an einer Stelle finden läßt, die noch weit in das Gebiet der Instinkthandlungen, ja der Tropismen zurückgreift. Es ist dies die von Hering in ihrer ganzen unübersehbaren Bedeutung erkannte Eigenschaft aller Lebewesen, welche als das organische Gedächtnis (in weitestem Sinne) bezeichnet werden kann. Dieses organische Gedächtnis ist die Eigenschaft, welche jedes Lebewesen besitzt, daß es durch irgendein Ereignis, das sich an ihm vollzieht, in solchem Sinne verändert wird, daß es sich bei einer Wiederholung dieses Ereig-

nisses anders verhält, als beim erstmaligen Vorgang. Im Gebiete des Anorganischen haben wir einige grobe und ziemlich fernliegende Ähnlichkeiten mit dieser Eigenschaft, wie z. B., daß eine Maschine unmittelbar nach der Zusammenstellung noch allerlei Härten und Reibungen in ihren Bewegungen zeigt, während sich im Laufe der Zeit die Bahnen derart glätten und ausschleifen, daß die Bewegungen regelmäßiger und leichter erfolgen.

Die Gedächtniswirkung bei den Lebewesen ist nun allerdings nicht immer so beschaffen, daß die Wiederholung eines Vorgangs erleichtert wird, sie kann auch gerade umgekehrt zu einem Widerstande gegen die Wiederholung führen. Die zweckmäßigen Lebensreaktionen, welche zur Abwehr von schädlichen Energiebeeinflussungen ausgebildet sind, sind sämtlich von der zweiten Beschaffenheit. Allgemeiner aber und deshalb wichtiger sind allerdings diejenigen Vorgänge, welche den Organismus so verändern, daß ihre Wiederholung erleichtert wird und somit eine Angewöhnung des Lebewesens an derartige Vorgänge, eine Übung, wie wir das in den höheren und entwickelteren Fällen nennen, zur Folge haben.

117. Physikochemische Quelle des Gedächtnisses. Worauf diese allgemeine Beschaffenheit aller Lebewesen beruht, ist noch nicht wisenschaftlich klargestellt worden. Aber da es bereits im Anorganischen gewisse derartige Fälle gibt (es sind auch beispielsweise katalytische Vorgänge solcher Art vielfach nachgewiesen worden), so haben wir keine grundsätzliche Schwierigkeit, uns das Vorhandensein dieser allgemeinen Eigenschaft bei den Lebewesen vorzustellen. Vermutlich handelt es sich um eine chemische Eigenschaft, da im großen und ganzen die chemische Natur der Substanzen, aus welchen sich die Organismen vom einfachsten bis zum höchsten zusammensetzen, ebenfalls eine sehr weitgehende Ähnlichkeit aufweist. Eiweißartige Stoffe finden sich im Körper des Bakteriums ebenso wie im Körper des entwickelten Menschen und wenn auch spezifische Unterschiede zwischen den verschiedenen Eiweißarten nachgewiesen sind, die sogar in höchst bestimmter Weise die einzelnen Spezies voneinander unter-

scheiden lassen, so beschränken sich doch diese Verschiedenheiten auf einige wenige sehr spezifische Reaktionen, während der allgemeine Charakter der Eiweißverbindungen dadurch nicht verändert wird. Läßt doch die Chemie, nachdem in den letzten Jahren die chemische Natur der eiweißartigen Stoffe einigermaßen aufgeklärt worden ist, eine nahezu unerschöpfliche Mannigfaltigkeit von verschiedenartigen Verbindungen derselben Gruppe voraussehen.

Wir werden es also als wissenschaftlich verständlich ansehen können, daß die Eigenschaft des organischen Gedächtnisses, die vermutlich ihre Ursache in den chemischen Eigenschaften des Eiweißes hat, sich in irgendwelcher Form an allen Lebewesen vorfindet, da sie eine ganz allgemeine Eigenschaft der lebenden Substanz ist.

118. Bedeutung des Gedächtnisses. Auf dem Vorhandensein des Gedächtnisses beruhen nun tatsächlich alle psychischen Eigenschaften, von denen bisher die Rede gewesen war. Zunächst ist bereits in solchem Sinne das Gedächtnis als die Ursache der Vererbung angesprochen worden. Die Tatsache, daß die Keime verschiedener Lebewesen immer nur den Eltern ähnliche Lebewesen entstehen lassen und sich niemals zu einer der anderen vorhandenen Formen entwickeln, ist an und für sich höchst bemerkenswert und noch weit davon entfernt, eine genügende wissenschaftliche Erklärung gefunden zu haben. Der allgemeine Gesichtspunkt, daß ein einmal an einem Lebewesen verlaufenes Geschehen dieses so verändert, daß die Wiederholung des Geschehens um so mehr erleichtert und geebnet wird, je häufiger dieses Geschehen stattgefunden hat, gibt uns den Schlüssel dazu, warum z. B. der Keim einer Eiche durchaus wieder zu einer Eiche erwächst. Durch ungezählte Generationen hat diese Entwicklung stattgefunden und sie hat sich eben dadurch stabilisiert. Die Frage, ob und wie von vornherein diese Stabilisierung stattgefunden habe, beantwortet sich mit der größten Wahrscheinlichkeit damit, daß die ersten Formen jeder zur Ständigkeit entwickelten Reihe vielfach wechselnd und durchaus nicht so übereinstimmend gewesen waren, wie sie

gegenwärtig geworden sind. Von jenen mannigfaltigen Formen sind aber gewisse bedeutend weniger lebensfähig gewesen als die anderen, und infolgedessen haben die besonders günstig ausgefallenen Formen auch die längsten Entwicklungsreihen hinter sich und sie haben infolgedessen auch die Wiederholung ihres zweckmäßigen Typs am besten sichern können.

Der Einwand, daß es bedenklich erscheint, derartige vom Willen ganz unabhängige Entwicklungsreihen ebenfalls als Ergebnisse der Gedächtnisfunktion aufzufassen, erledigt sich dahin, daß wir eben den Begriff des Gedächtnisses mit Hering in der mehrfach definierten Weise erweitert haben. Das Bewußtsein kann zwar mit dem Gedächtnis verbunden sein und ist es bei den höchsten Lebewesen auch vielfach, das Bewußtsein ist aber kein notwendiges Element der Gedächtnisfunktion, da es bei der allergrößten Mehrzahl der gedächtnismäßigen Leistungen fehlt. Denn auch für die Reaktionen und Instinkthandlungen wird man, wie früher dargelegt worden ist, kein Bewußtsein annehmen. Wohl aber liegt in beiden Fällen ein Gedächtnis in diesem allgemeinen Sinne zugrunde, welches bei den komplexen Instinkthandlungen sogar eine außerordentlich weittragende und ins einzelne gehende Entwicklung erreicht hat.

Dieses unbewußte Gedächtnis spielt quantitativ eine sehr viel größere Rolle als das bewußte, welches ja nur ein Ergebnis der allerhöchsten Entwicklung ist. Auch beim Menschen ist das unbewußte Gedächtnis noch keineswegs außer Funktion gesetzt, es regelt vielmehr bei weitem den größten Teil der Lebensvorgänge im menschlichen Organismus. Ich will nur daran erinnern, daß die gesamte Verdauung der Nahrungsmittel und ihre weitere Verarbeitung in den einzelnen Körperteilen durchaus unbewußt erfolgt. Es sind diese vegetativen Funktionen sogar derart unabhängig vom Bewußtsein, daß es uns nur selten und unvollkommen gelingen will, sie durch den bewußten Willen zu beeinflussen. Auch den Übergang bewußter Gedächtnisleistungen in unbewußte können wir bei unserer höheren geistigen Tätigkeit beständig beobachten. Diejenigen hochentwickelten Koordina-

tionen und Folgereaktionen, welche eine sehr bedeutende Übung, d. h. eine sehr bedeutende Entwicklung des betreffenden Gedächtnisses beanspruchen, gelingen um so vollkommener und schneller, je weiter der Inhaber dieser Funktionen es vermocht hat, die ursprünglich bewußten Reaktionen in das Gebiet des Automatischen oder Unbewußten überzuleiten. Jeder Sportsmann, jeder Musiker und andere Künstler wird auf Befragen angeben, daß er die erforderlichen Muskelkoordinationen und sonstigen Leistungen früher sich mühselig Stück für Stück durch das Bewußtsein hat abzwingen müssen, daß aber im Lauf der Zeit durch Übung die Abfolge der erforderlichen Reaktionen immer mehr und mehr automatisch erfolgt, so daß die geistige Energie frei geworden ist für die freie und souveräne Gestaltung der höheren Gebiete. Erst durch dieses Abschieben des mehr physischen Teils der Arbeit in das Unterbewußte können die höchsten Leistungen erreicht werden.

119. Das bewußte Gedächtnis. Es ist schon darauf hingewiesen worden, daß der große Vorteil für die Lebensarbeit, welche die Wesen mit bewußtem Gedächtnis erreichen, darin liegt, daß die Erfahrungen, welche frühere Generationen unter Umständen mit ihrem Leben haben bezahlen müssen und auf denen die zunehmende Anpassung der Lebewesen zum Zwecke eines besseren Daseins beruht, bei der bewußten Erinnerung eine mannigfaltige Kombination ermöglichen, die bei den unbewußten Instinkterinnerungen ganz fehlt. Während die Instinkte immer nur in unveränderlichen Reaktionsbahnen ablaufen, ist bei der bewußten Erinnerung das einzelne Erfahrungselement gemäß seiner Wichtigkeit, d. h. gemäß der Häufigkeit seiner Wiederholung, für sich handhabbar. Infolgedessen können die verschiedenartigen Einzelerfahrungen in einer außerordentlich mannigfaltigen Weise miteinander kombiniert und für die Beurteilung der Zukunft verwertet werden. Wir erkennen alsbald, daß in dieser Möglichkeit tatsächlich das Wesentlichste der geistigen Entwicklung liegt. Denn die Kinder und niedrig entwickelten Menschen unterscheiden sich von den reifen und hochentwickelten eben dadurch, daß die letzten eine viel größere Mannigfaltigkeit der Erfahrung und zwar sowohl

der persönlichen wie der Gattungserfahrung zur Verfügung haben und sehr viel mannigfaltigere Kombinationen der vorhandenen Elemente zur Beurteilung der wechselnden Verhältnisse vornehmen. Während das Kind und der geistig niedrig Stehende auch vielfach innerhalb der Gebiete, wo andere die bewußte Erinnerung betätigen, instinktiv zu handeln pflegen, zeichnet den hochentwickelten Menschen der Umstand aus, daß er auch jede gewohnheitsmäßige Handlung auf ihren sachlichen und rationellen Inhalt prüft und sie gegebenenfalls im Sinne der Verbesserung des Güteverhältnisses abändert, selbst wenn noch so viel Generationen vor ihm sich mit der früheren Ausführungsform begnügt hatten.

Dasjenige, was den entwickelten Menschen gegenüber dem unentwickelten auszeichnet, nennt man Kenntnisse und Erfahrungen. Kenntnisse bedeuten in letzter Analyse Erinnerungen an Ereignisse, die sich früher vollzogen hatten. Nun ist die Vergangenheit unserem Einfluß ja vollkommen entzogen und infolgedessen scheint es auf den ersten Blick, als wären Kenntnisse vergangener Ereignisse vollkommen zwecklos für eine bessere Gestaltung unseres künftigen Daseins. Die Lösung dieses scheinbaren Widerspruches liegt darin, daß die Ereignisse, obwohl ein jedes immer in irgendeiner Weise verschieden ist von allen früheren, dennoch eine große Menge von übereinstimmenden Bestandteilen zu enthalten pflegen. Diese übereinstimmenden Bestandteile werden von uns durch ihre Wiederholung und durch die entsprechende Betätigung der organischen Gedächtnisfunktion mit dem Kennzeichen des Bekanntseins ausgestattet, d. h. wenn wir die ersten Teile solcher Ereignisse erleben, wissen wir, welche anderen Teile noch zu erwarten sind. Auf Grund solcher Erinnerungen kann man also die noch nicht abgelaufenen Teile mit größerer oder geringerer Sicherheit voraussehen und voraussagen.

Wir erkennen aus dieser Überlegung, daß die Erinnerung die entscheidende Grundlage für das Prophezeien ist, welches wir seinerseits als bei weitem das wichtigste Mittel zur Entwick-

lung und Verbesserung des Lebens erkannt haben. Andererseits werden wir uns sagen, daß tatsächlich nur solche Teile aus der Gesamtheit unserer Erlebnisse, welche sich in ähnlicher Form häufig wiederholen, von uns vermittelst der Gedächtnisfunktion aufgenommen werden und daß nur in bezug auf solche Teile für uns die Möglichkeit entsteht, die Zukunft vorauszusehen.

120. Die Wissenschaft. Auf diesen einfachen Beziehungen beruht nun die außerordentliche und in ihrer Ausdehnung und Tiefe gar nicht zu überschätzende Bedeutung, welche die Wissenschaft für die gesamte Gestaltung des menschlichen Lebens hat. Auch die Wissenschaft scheint sich ursprünglich nur mit den Sachen zu beschäftigen, welche der Vergangenheit angehören oder im besten Falle uns gegenwärtig durch Beobachtung oder Versuch zur Kenntnis gelangen. Da aber die Wissenschaft bewußt und konsequent auf die Ermittlung derjenigen Teile der Gesamterfahrung gerichtet wird, die sich in ähnlicher Weise unter ähnlichen Voraussetzungen wiederholen (wir nennen die Sätze, welche derartige Wiederholungen zum Ausdruck bringen, Naturgesetze), ermöglicht sie es den Menschen in zunehmendem Maße, die wiederholbaren Teile der Erlebnisse zu erkennen und dementsprechend, nachdem sie aus ihren Anfängen erkannt worden sind, ihren weiteren Verlauf vorauszusagen. Je nach der Beschaffenheit der Erlebnisse ist denn auch die Möglichkeit wissenschaftlicher Voraussagung außerordentlich verschieden. Zwei so ähnliche Wissenschaften wie Astronomie und Meteorologie stehen bezüglich der Voraussagung ungefähr an den äußersten Polen der Wissenschaft überhaupt. Während wir die astronomischen Erscheinungen mit einer auf die Sekunde gehenden Genauigkeit über eine ganze Reihe von Jahren und mit einer geringeren Genauigkeit über Jahrhunderte, ja Jahrtausende voraussagen können, sind wir außerstande, in unseren mittleren Breiten die Gestaltung der Wetterverhältnisse weiter als 24 oder 48 Stunden mit einer mäßigen Wahrscheinlichkeit vorauszusagen. Die Ursache liegt an der verhältnismäßigen Einfachheit der astronomischen und an der sehr großen Mannigfaltigkeit der meteorologischen Erscheinungen.

Ähnliche Umstände werden uns in allen anderen Teilen der Wissenschaft entgegentreten.

121. Gattungserfahrung und persönliche Erfahrung. Einfache Reaktionen und Instinkte sind, wie bekannt, durchaus Gattungseigenschaften. Das einzelne Individuum betätigt sie meist lange, bevor es überhaupt in der Lage gewesen ist, selbständige Erfahrungen zu sammeln und aus ihnen Anleitungen zum rationellen Verhalten zu ziehen. Es ist also durchaus die Reaktion des ererbten Gedächtnisses, welche zu den Reaktionshandlungen und den Instinkten führt. Aus diesem Grunde sind denn auch diese Formen der Gedächtnisbetätigung außerordentlich stabil und ändern sich, wenn überhaupt, nur äußerst langsam während vieler Jahrhunderte. Daß sie nicht vollkommen unabänderlich sind, erkennen wir daraus, daß die Tiere, welche mit den Menschen in häufige Berührung kommen, sowohl die Haustiere wie auch solche wilde Tiere wie Sperlinge, Amseln, Krähen usw., die ihre Lebensweise von der des Menschen abhängig machen, tatsächlich auch ihre Instinkte langsam unter dem Einfluß der Menschen ändern. Während Katzen im wilden Zustand ausschließlich Karnivoren sind, kann man Hauskatzen durch sachgemäße Erziehung und Beeinflussung in weitgehendem Maße an eine vegetarische Lebensweise gewöhnen, so daß sie Spargel, Spinat und ähnliche Pflanzenkost mit Bereitwilligkeit, ja mit einer gewissen Leidenschaft genießen. Aber immerhin handelt es sich hier um verhältnismäßig langsame Vorgänge; in der freien Natur, wo die allgemeinen Lebensbedingungen sich kaum ändern, besteht bezüglich der elementaren Reaktionen und der Instinkte eine nahezu absolute Stabilität.

In dem Maße wie sich die intellektuelle Stufe des Lebewesens hebt, greift nun die Gestaltung der persönlichen Erinnerung und Erfahrung zunehmend in die Lebensweise des Individuums ein. Es fällt uns schwer, etwa in einem Ameisenhaufen oder in einer Gruppe von Rindern besondere Eigenschaften der einzelnen Individuen zu erkennen, und wir werden auch nicht erwarten, daß die individuellen Unterschiede in bezug auf Leistungen

aller Art sehr erheblich sind, wenn sich auch zweifellos Unterschiede geringeren Grades erkennen lassen. Beim Menschen sind dagegen individuelle Verschiedenheiten in äußerst hohem Maße entwickelt. Nicht nur zwischen verschiedenen Rassen und Völkern, sondern innerhalb desselben Stammes, sogar innerhalb derselben Familie sind weitgehende Abstufungen von der höchsten Entwicklung bis zu untermittleren Leistungen erkennbar. Dies ist ein Zeichen für den zunehmenden Einfluß der persönlichen Gedächtnisleistung gegenüber dem Gattungsgedächtnis.

Hierzu kommen nun noch sehr bedeutende Gedächtnishilfsmittel, welche durch die intellektuelle Entwicklung der Menschheit sich ausgebildet haben und welche die Aufsammlung eines ausgiebigen Schatzes von individuell benutzbarer Gattungserfahrung außerordentlich erleichtern und vermannigfaltigen. Die vorher geschilderte Beeinflussung des einzelnen Individuums durch die Wiederholung gleichartiger Elemente in der persönlichen Erfahrung, die zur psychischen Heraushebung dieser wiederkehrenden Erfahrungselemente führen, sind ebenso, wie sie am Beginn alles psychischen Lebens auftraten, auch die Grundlage der höchsten geistigen Entwicklung, als welche wir die Bildung von Begriffen anzuerkennen haben. Begriffe sind solche wiederholbare Teile der Erfahrung, deren Anteile in ähnlicher Weise immer wiederkehren, wenn ein Gesamterlebnis von neuem auftritt, und auf deren Zusammenhang eben die Beurteilung künftiger Erlebnisse auf Grund der Erfahrung beruht. Die Begriffe sind also die eigentlichen Hilfsmittel des höheren, kombinatorischen und bewußten Denkens, und die Tatsache, daß es Begriffe gibt, d. h. daß gewisse Gruppen von Erfahrungselementen stets gemeinsam aufzutreten pflegen, ist nichts als ein Ausdruck für den wohlbekannten Tatbestand, daß es Naturgesetze gibt, d. h. daß mindestens ein Teil des Geschehens in regelmäßigen Wiederholungen stattfindet.

122. Die Sprache. Zunächst war die Verbesserung der Lebensverhältnisse durch die Entwicklung individueller Begriffe ins Auge gefaßt worden; sie macht sich dahin geltend, daß ältere und erfahrene Menschen im allgemeinen besser mit dem Leben

zurechtkommen als jüngere, bei denen die individuelle Begriffsbildung noch nicht so weit entwickelt ist. Offenbar kommt man noch zu bedeutend höheren Ergebnissen, wenn die von einem einzelnen Individuum erworbenen Begriffe und Voraussagungsmöglichkeiten auf andere Individuen übertragen werden. Das Problem der Begriffsübertragung findet sich nun bei allen Menschen, auch den niedrigst stehenden, gelöst und zwar mit Hilfe der Sprache. Das Verfahren hierbei besteht darin, daß man dem Begriffe ein bestimmtes Zeichen (und zwar im allgemeinen ein Lautzeichen, weil ein solches am leichtesten und mannigfaltigsten hervorzubringen ist und sich der Aufmerksamkeit des anderen am sichersten aufdrängt) zuordnet und die Lebensgenossen dazu zu bringen sucht, daß sie mit diesem Zeichen den gleichen Begriff verbinden. Es ist also für die Entwicklung der Sprache zunächst das Vorhandensein der Begriffe erforderlich und sodann eine Erkenntnis des Verfahrens der Zuordnung, d. h., daß man den Begriff mit einem von ihm durchaus verschiedenen Zeichen rein gedächtnismäßig in Zusammenhang bringt, und daß drittens die Lebensgenossen diese Zeichen verstehen lernen, d. h., daß sie die Gewohnheit annehmen, den gleichen Zeichen auch die gleichen Begriffe zuzuordnen. Ist diese nicht ganz einfache Beziehung erreicht, so kann ein jeder Genosse einer solchen Sprachgemeinschaft die Begriffe in jedem Zusammenhange, den er gebildet hat, auf die anderen übertragen. Statt eines individuellen Gedächtnisses entwickelt sich auf solche Weise ein Kollektivgedächtnis, welches viel reicher ist und dementsprechend viel zweckmäßiger ausgestaltet werden kann, als es bei dem individuellen möglich ist.

Durch das gleiche Hilfsmittel wird die Menschheit in den Stand gesetzt, die Erfahrung, die ein einzelner erworben hat, über sein individuelles Leben hinaus bestehen zu lassen und es den künftigen Generationen nutzbar zu machen. Auch bei dem unbewußten Gedächtnis haben wir eine derartige Aufspeicherung kennen gelernt, aber in demselben Maße wie das bewußte Gedächtnis dem unbewußten individuellen überlegen ist, in dem-

selben und noch höherem Maße ist das bewußte Gattungsgedächtnis dem unbewußten, dem Instinkt überlegen.

Es soll hier nicht auf die Einzelheiten der Entwicklung dieser wichtigen Angelegenheit eingegangen werden, da es uns nur auf das Grundsätzliche ankommt. Indessen werden ein paar Hinweise weiterhin technisch aufklärend wirken, da leider bisher die Auffassung der Sprache als eines Verkehrsmittels durchaus in den Hintergrund getreten ist gegenüber gewissen mystischen Auffassungen des Sprachwesens, die aus früheren unentwickelteren Phasen des wissenschaftlichen Denkens herrühren und als rudimentäre Organe noch die gegenwärtige Sprachwissenschaft verunzieren und an vielen Stellen sogar funktionsunfähig machen. Es entsteht zunächst das Problem, bestimmte Wissensinhalte, welche als Produkt der Gesamttätigkeit der Genossenschaft erzielt worden sind, so unverändert wie möglich auf die Nachkommenschaft zu übertragen, damit diese in dem vollen Besitz und Genuß solcher Errungenschaften bleibt. Im allgemeinen erfolgt ja die Übertragung von den Eltern auf die Kinder, indem die Kinder in die mannigfaltigen Verrichtungen des Lebens eingeführt werden und bei dieser Gelegenheit durch die praktische Handhabung die Summe der Lebenserfahrungen ihrer Eltern möglichst vollständig übernehmen. Aber neben solchen individuellen Traditionen machen sich sehr bald Gattungstraditionen nötig, für deren Verwaltung dann eine besondere Gruppe sich zu entwickeln pflegt, die Priesterschaft. Diese hat die Aufgabe, die allgemeinsten Gedanken und Erfahrungen des betreffenden Volkes zusammenzufassen und zu übertragen; und hierbei hat sich herausgestellt, daß das Auswendiglernen zwecks Übertragung von Sätzen, seien es Glaubens- oder Rechtssätze oder sonstige geistige Güter der Gemeinschaft, sich am sichersten und unveränderlichsten bewerkstelligen läßt, wenn man den entsprechenden Worten eine möglichst leicht erkennbare, durch Rhythmus und Reim zusammengehaltene Form gibt. Diese poetischen Versformen, die man in der gewöhnlichen Auffassungsweise als eine Betätigung eines besonders dichterischen Geistes der Urvölker anzusehen geneigt ist, erweisen sich als rein tech-

nische Hilfsmittel für die Leichtigkeit und Sicherheit des Erlernens und Übertragens.

123. Die Schrift. Eine bereits sehr viel höhere Entwicklungsstufe, deren Erfindung entsprechend schwieriger ist und später erfolgt, stellt dann die schriftliche Aufzeichnung der Begriffe dar. Wir haben eben gesehen, daß das Bedürfnis nach Fixierung bestimmter Erfahrungsinhalte über die Lebensdauer des einzelnen Individuums hinaus zu der Erfindung von Reim und Rhythmus für die Sicherung von Form und Inhalt geführt hat. Die Erfindung der Schriftsprache ist ein weiterer und sehr bedeutsamer Schritt auf diesem Wege, da nur durch sie der große Nachteil beseitigt werden kann, welcher in der zeitlich schnell vorübergehenden Beschaffenheit der Lautsprache liegt. Auf der anderen Seite liegt der Nachteil, daß die Herstellung von schriftlichen Zeichen im allgemeinen sehr viel mehr Mühe und Zeit beansprucht, als das Hervorbringen von Lauten erfordert. Aber auch in dieser Beziehung sind die gegenwärtigen Zustände noch einer sehr weitgehenden Verbesserung fähig. Die Untersuchung unserer gegenwärtigen Schreibschrift auf die Frage hin, ob sich die gebräuchlichen Züge nicht ohne Verlust von Deutlichkeit und Charakteristik durch sehr viel einfachere Züge ersetzen ließen, hat bisher nur eine sehr einseitige Behandlung erfahren, nämlich für die Zwecke der Stenographen. Nicht aber für die Zwecke der gewöhnlichen alltäglichen Schrift, für die doch, energetisch gerechnet, eine Ersparnis an Zeit und Arbeit millionenmal mehr in Betracht kommt, als für die verhältnismäßig selten angewendete Stenographie.

In diesem Zusammenhange braucht denn schließlich nur flüchtig auf das hochentwickelte System von Druckwerken, Bibliotheken, Zeitschriften usw. hingewiesen zu werden, welches die gegenwärtige Form darstellt, in der die Erfahrungen der Menschen für den Gebrauch späterer Zeiten zusammengestellt und aufbewahrbar gemacht werden. Erst seit verhältnismäßig kurzer Zeit ist das Bewußtsein der Interesseneinheit der gesamten Menschheit so weit entwickelt worden, daß man beginnt, den von Herder und Goethe zunächst nur für die künstlerischen Produkte ins Auge

gefaßten Gedanken der Weltliteratur in rationellerer und weitertragender Weise auf die Zusammenfassung des gesamten menschlichen Wissens zu erweitern.

Der Umstand, daß die Sprache und die Schrift unabhängig und teilweise gleichzeitig an sehr verschiedenen Zentren des menschlichen Verkehrs entwickelt worden sind, hat es mit sich gebracht, daß ihre individuellen Formen nicht übereinstimmend ausgefallen sind, so daß eine Unzahl von verschiedenen Sprachen, sowohl gesprochenen wie geschriebenen, an den verschiedenen Ecken und Enden unserer Welt besteht. Die Idee, daß dieser Zustand ein beklagenswerter ist, der über kurz oder lang im Interesse der gesamten Menschheit beseitigt werden muß, ist dem heutigen Kulturmenschen noch durchaus ungeläufig. Kann er ja sogar im allgemeinen noch nicht begreifen, daß eine bewußte und zweckgemäße Ausgestaltung von Sprache und Schrift ebenso eine technische Aufgabe ist, wie die bewußte und zweckgemäße Ausgestaltung von Straßen, Eisenbahnen und Dampfschiffen. Beide sind Verkehrsmittel, und wenn man die Bedeutung des Verkehrsgutes und die Häufigkeit seiner Anwendung in Betracht zieht, so wird man sogar der Sprache und Schrift eine weit höhere Wichtigkeit beizumessen genötigt sein als den genannten mechanischen Verkehrsmitteln. Nichtsdestoweniger ist das technische Problem der Verbesserung der mechanischen Verkehrsmittel dem modernen Menschen ebenso geläufig, wie ihm das Problem der technischen Verbesserung der sprachlichen Verkehrsmittel ungeläufig und fremdartig zu sein pflegt.

124. Das Denken und die Energiedissipation. Wie man sieht, sind alle diese Probleme in ganz charakteristischer Weise durch die Frage nach dem besten Güteverhältnis der anzuwendenden Arbeit, also durch den Leitfaden des energetischen Imperativs geregelt. Daß man sich nicht auf die Handhabung und Benutzung der persönlichen Erfahrungen beschränken, sondern die Erfahrungen der Vorfahren zur Leitung des persönlichen Verhaltens einbeziehen möchte, liegt ausschließlich daran, daß eben durch den Apparat der gesamten Gattungserfahrung das

Leben sich energetisch bei weitem vorteilhafter durchführen läßt als ohne diese. Und die Ausgestaltung dieses allgemeinen Verfahrens durch Wort und Schrift, durch die leichtere Fixierung des Textes mit Hilfe von Rhythmus und Reim, durch die dauerhaftere Fixierung desselben mittels Schriftzeichen zeigen ebenso in jeder Einzelheit die Wirkungsweise des energetischen Imperativs, d. h. beruhen in letzter Begründung auf dem Gesetz von der Zerstreuung der freien Energie. So erkennen wir in diesem Grundprinzip nicht nur den Leitfaden für die große und fundamentale Gestaltung aller Entwicklungslinien, die bis zu den höchsten geistigen Leistungen in Gestalt abstraktester wissenschaftlicher Produktion hinaufführt, sondern auch jede Einzelarbeit zeigt bei ihrer individuellen Ausgestaltung genau dieselben Prinzipien, jeder besondere Fortschritt ist dadurch der bislang erreichten Stufe gegenüber gekennzeichnet, daß er eine bessere Energieverwertung für den angestrebten Zweck ermöglicht, d. h. die erwünschte Form der Energie in reichlicherer Menge und auch schneller ermöglicht.

125. Der Wert der Zeit. Es ist an früherer Stelle (S. 182) bereits ausführlich dargelegt worden, daß wegen der unvermeidlichen Alterserscheinungen, die jedem Einzelwesen anhaften, auch die bloße Zeit als ein Äquivalent der freien Energie des Lebewesens, genauer als ein Äquivalent des Lebenspotentials angesehen werden muß; jeder Tag, ja jede Stunde des Lebens bedeutet eine Verminderung des Lebenspotentials und damit auch eine Verschlechterung eines Faktors der gesamten energetischen Betätigung. Daraus erklärt sich die außerordentlich große technische Bedeutung, welche die Zeitersparnis für unser modernes Leben besitzt. Wir können nämlich häufig konstatieren, daß wir Verbesserungen nach einer Richtung suchen, bei welcher ein größerer Energieaufwand als bisher für denselben Effekt erforderlich ist. Ein moderner Schnelldampfer, der in 5 bis 6 Tagen die Reise zwischen Europa und Amerika macht, verbraucht für die Einheit der Last sehr viel mehr Kohle als ein langsamerer Dampfer. Nichtsdestoweniger sieht man in der Erzeugung größerer

Schnelligkeit, auch auf Kosten des Energieverbrauchs, einen großen Fortschritt, weil dadurch eine Zeitersparnis für einzelne Menschen bewerkstelligt wird, welchen die Zeit ganz besonders kostbar erscheint.

Dieser kulturgemäße Wert der Zeit ist ein so wichtiges und gerade für unsere gegenwärtige Periode so charakteristisches Phänomen, daß es der Mühe wert ist, ein wenig genauer auf ihn einzugehen. Was dem Europäer beim genaueren Kennenlernen niederer Rassen besonders auffällig erscheint, ist die Wertlosigkeit der Zeit für sie. Dabei braucht durchaus keine erhebliche kulturelle Rückständigkeit solcher Rassen zu bestehen, es finden sich vielmehr eine ganze Anzahl Völker mit einer nach gewissen Richtungen sehr hoch und fein entwickelten Kultur, bei welchen dieselbe Meinung von der relativen Wertlosigkeit der Zeit besteht. Dies gilt beispielsweise für die Chinesen und hat für die Japaner bis vor einigen Jahrzehnten gegolten. Die wunderbaren Werke, welche die hervorragendsten Künstler und Techniker dieser Völker hervorbringen, beruhen ganz und gar auf der unbegrenzten und rücksichtslosen Anwendung von Arbeit über ungewöhnlich lange Zeitstrecken hinaus. Die Europäer fassen das als Geduld auf und sehen es als eine besonders hervorragende Eigenschaft dieser Völker an. Doch wäre eine moralische Auffassung dieser Geduld ein Mißverständnis. Die Angehörigen dieser Völker empfinden umgekehrt den Tätigkeitsdrang und die stetige Eile und Unruhe der Europäer als eine teils bedauerliche, teils lächerliche, unter allen Umständen aber abnorme Eigentümlichkeit. Diese Stellung zur Zeitfrage, die beispielsweise auch in charakteristischer Weise bei den Türken hervortritt und von europäischen Ästheten als besonders vornehm der unzulänglichen und niedrigstehenden europäischen Kultur gegenüber hervorgehoben wird, ist eine unmittelbare Funktion der Entwicklungsgeschwindigkeit. Ein Volk, welches einen (vorübergehenden oder dauernden) Ruhezustand seiner kulturellen Entwicklung erreicht hat, wird immer diese „asiatische“ Stellung zur Zeitfrage einnehmen. Denn der Ruhezustand entsteht, wenn die Mehrzahl der Volksangehörigen aus

Mangel an Unternehmungslust und Veränderungsbedürfnis oder aus wirklicher Zufriedenheit mit den vorhandenen Zuständen, darauf verzichtet hat, diese Zustände zu ändern, und daher in dem Konsumieren des Lebens, wie es gerade ist und sich innerhalb des gegebenen Rahmens gestaltet, die Gesamtheit aller Wünsche befriedigt findet. In einem solchen Falle wird jeder Augenblick für sich selbst genossen und es liegt kein Grund vor, sich diesen Augenblick fortzuwünschen, um irgendwelche zukünftigen Ereignisse mit heftigem Sehnen und mit entsprechender angestrengter Arbeit herbeirufen zu wollen. Auch Zustände von Krankheit oder sonstigem Mißbehagen werden durch die Gewohnheit, den Augenblick zu nehmen und die Perspektive in die Zukunft so kurz wie möglich zu behandeln, mit Gleichmut überdauert. In der Erhaltung dieses Gleichmutes wird das eigentliche ethische Ideal gesucht.

Umgekehrt verhalten sich natürlich die Angehörigen solcher Völker, bei welchen eine sehr starke und schnelle Entwicklung eingetreten ist. Die Ursache einer solchen entwicklungsmäßigen Existenz liegt entgegengesetzt dem eben erörterten Falle entweder in einer sehr großen und begründeten Unzufriedenheit mit den vorhandenen Verhältnissen, die als positiv fehlerhaft und unglücklich empfunden werden, oder sie kann auch in dem Betätigungsbedürfnis eines ganz besonders großen Energieüberschusses liegen, welcher in der stets sich wiederholenden Routine des gebräuchlichen Lebens keine genügende Gelegenheit zur erwünschten Transformation findet. In beiden Fällen wird der gegenwärtige Zustand im allgemeinen als entweder direkt als unangenehm empfunden, oder doch als verhältnismäßig unangenehm im Vergleich zu dem, was denkbar und möglich ist. Man lebt viel weniger im Genusse einer erfreulichen oder in der geduldigen Überwindung einer unerwünschten Gegenwart, als mit dem beständigen Ausblick auf die Zukunft, für die man sich alles mögliche Glück erwartet. Infolgedessen entsteht instinktiv ein Bedürfnis, diese Zukunft so schnell wie möglich herbeizurufen und daher in der gegebenen Stunde so viel wie möglich dafür zu tun.

Man erkennt aus dieser Analyse die genauere Begründung

jenes vorher schon ausgesprochenen Zusammenhanges zwischen Kulturentwicklung und Hochschätzung der Zeit oder vielmehr zwischen Kulturentwicklung und dem Bedürfnis, in einer gegebenen Zeit so viel Arbeit als möglich zu tun, so viel Energie als möglich im erwünschten Sinne zu transformieren. Um dieses Ziel zu erreichen, bringt man dann bereitwillig Opfer an roher Energie in unter Umständen sehr erheblichem Betrage. Die Tätigkeit während einer solchen Periode besteht zum großen Teil darin, daß man die bisher noch nicht für menschliche Zwecke domestizierten rohen Energien unter menschliche Gewalt bringt und die hierfür erforderlichen Arbeiten mit entsprechender Hingebung ausführt. Das 19. Jahrhundert ist in seinem Verlauf im wesentlichen charakterisiert dadurch, daß erst in seinem Beginn in größerem Maßstabe die anorganischen Energien, erst in Gestalt der Dampfmaschine, später durch die Elektrotechnik für menschliche Zwecke in Anwendung gebracht worden sind. Deshalb ist keine Zeit bisher im ganzen Verlauf der Geschichte stärker erfüllt von unaufhörlicher und vielseitiger Tätigkeit gewesen als das eben vergangene Jahrhundert. Auch unser 20. Jahrhundert ist vorläufig noch ganz und gar durch die gleiche, noch erheblich gesteigerte Betätigung des Lebens gekennzeichnet. Aber für das aufmerksame Auge lassen sich schon jetzt einzelne Wendungen erkennen, durch welche die zweite Seite der modernen Kulturentwicklung, nämlich die Steigerung des Güteverhältnisses bei der Transformation der Rohenergien und die entsprechende weniger überstürzte, mehr ins Feine, Tiefe und Einzelne gehende Arbeit leise in den Vordergrund tritt. Ganz charakteristisch ist die Tatsache, daß, während die unteren Schichten der Bevölkerung in breitem Strome sich in die Großstädte ergießen, gerade die obersten Vertreter der geistigen Arbeit, die Denker und Forscher, wiederum ein deutliches Abfließen aus der Großstadt auf das Land erkennen lassen. Wenn man die Adressen der bekanntesten gegenwärtigen geistigen Führer des deutschen Volkes untersucht, so findet man eine ganz erstaunlich große Zahl von ihnen auf dem Lande lebend. Und die anderen, welche in der Stadt verbleiben, würden, wenn man sie per-

sönlich fragt, gleichfalls das Landleben unbedingt vorziehen, wenn sie nicht durch die Form ihrer Betätigung an die Großstadt gebunden wären. Es ist dieses ein Ausdruck dafür, daß außer der Gewinnung und Zähmung der Rohenergien gegenwärtig, um den allgemeinsten Ausdruck zu wählen, die Verfeinerung der Energietransformation deutlicher und deutlicher in den Vordergrund tritt.

Die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts wird deshalb voraussichtlich durch die immer kräftigere Betonung dieser Entwicklung gekennzeichnet sein. An die Stelle der hervorragend begabten Naturen, welche riesige Reichtümer zwar zusammenzuhäufen, nicht aber für die Verfeinerung und Erhöhung ihrer Lebensgestaltung zu benutzen vermögen, die gegenwärtig den charakteristischen Typus unserer wirtschaftlichen Führer bilden, wird eine andere Art von geistig höchstentwickelten Persönlichkeiten treten, welche sich mit der Handhabung mäßiger Energiemengen (in Gestalt von Einkünften) begnügen, dagegen aber mit diesen begrenzten Quantitäten hervorragende Kunstwerke aus ihrem eigenen Leben gestalten werden. Dann wird den anderen Nachstrebenden offenbar werden, welcher enormen Vervollkommnung gegenüber unserer gegenwärtigen als roh zu bezeichnenden Lebensweise die Lebenskunst fähig ist.

Es spricht in nicht geringem Maße für die Ausgiebigkeit der energetischen Betrachtungen, daß sowohl die gegenwärtige heroische oder erobernde Periode der Energiebewältigung wie auch die bevorstehende, in ihren ersten Anfängen erst leise angedeutete Periode der energetischen Verfeinerung aus demselben allgemeinen großen Grundsatz der Dissipation der freien Energie abgeleitet und begriffen werden kann.

126. Das Ich. Als höchstes Produkt der psychischen Entwicklung wird mit Recht das Selbstbewußtsein angesehen, welches sich in dem Worte Ich ausdrückt und vermöge dessen alle einzelnen Erfahrungen automatisch auf ein zentrales erfahrendes Wesen bezogen werden, von dessen Beschaffenheit im wesentlichen abhängt, welche Seite aus der unendlichen Mannigfaltigkeit der täglichen Erfahrungen aufgenommen wird. Dementsprechend wird

auch durch die fortlaufende Beeinflussung seitens der Außenwelt dieses Wesen, das Ich, sowohl vertieft wie entwickelt, wobei es der Hauptsache nach unverändert bleibt. Goethe hat das in den berühmten Worten ausgesprochen:

> Und keine Zeit und keine Kraft zerstückelt
> Geprägte Form, die lebend sich entwickelt,

und damit die besondere Eigentümlichkeit des Ich gekennzeichnet, nur Homogenes zu assimilieren und dadurch homogen weiter zu wachsen. Natürlich ist hierdurch nicht eine langsame Veränderung innerhalb enger Grenzen ausgeschlossen; denn das, was aufgenommen wird, wird seitens der Außenwelt dem erfahrenden Ich dargeboten und wenn dies Dargebotene in ganz bestimmter einseitiger Weise orientiert ist, so kann natürlich eine einseitige Beeinflussung des Ich nicht ausbleiben. Andererseits gibt es Fälle, wo durch außerordentlich starke Beeinflussungen sowohl seelischer wie körperlicher Natur das bisher bestehende stabile Gleichgewicht des Ich aufgehoben wird, so daß eine neue Orientierung mit einem veränderten Schwerpunkt die Folge ist. Man wird also, so gern man bereit sein wird, die wesentliche Stabilität des Ich zuzugeben (welche von Schopenhauer unberechtigterweise zu einer absoluten gemacht worden ist), doch auch andererseits anerkennen müssen, daß diese Stabilität, die auf ganz bestimmten Eigenschaften und Beziehungen beruht, eben auch bei wesentlicher Beeinflussung ihrer Grundlagen eine Änderung erleiden kann.

Das Ich ist von den Philosophen und anderen Forschern von jeher als die geheimnisvollste und rätselhafteste Tatsache unserer ganzen Erfahrungswelt angesehen worden. Die Frage, wie ein Wesen, eben das Ich, sich selbst beobachten, beurteilen und über sich selbst sogar wissenschaftliche Theorien entwickeln kann, schien in völligem Gegensatz zu allem anderen zu stehen, was man sonst in der Welt beobachten und nachweisen kann. Es ist daher ganz erklärlich, daß die Versuche des Verständnisses dieser zentralen Tatsache zunächst außerordentlich weitgehend irregegangen sind und der Mystik, d. h. der unwissenschaftlichen und

unkritischen Kombination oberflächlicher Ähnlichkeiten den weitesten Spielraum gewährt haben. Ganz besonders erschwert wurde dann die richtige Stellungnahme zu dem Problem noch dadurch, daß auch hier eine von den typischen grundverkehrten Orientierungen eingetreten war, an denen ja die Geschichte des menschlichen Geistes so reich ist. Genau wie man ursprünglich angenommen hatte, die Erde sei der Mittelpunkt der Welt und die ganze Sternenwelt nebst der Sonne bewege sich um sie, ganz ebenso wie man angenommen hatte, der Mensch sei das zentrale Wesen der gesamten Welt und diese Welt sei nur im Hinblick auf ihn und für seine Zwecke geschaffen, hat man auch in dieser Beziehung zunächst eine ganz verkehrte Auffassung ausgebildet. Weil um das Ich sich alle Erlebnisse zentrieren und weil auf das Ich jede einzelne bewußte Erfahrung bezogen wird, so hat man unwillkürlich angenommen, das Ich sei ein Wesen für sich, eine sachliche Einheit, welche als Mittelpunkt aller Erlebnisse sozusagen ohne Dimension dasteht. Daß ein solches dimensionsloses, für sich und in sich existierendes Wesen dann sich selbst soll betrachten und beurteilen können, ist allerdings eine Konsequenz, deren Verständnis unmöglich ist. Statt aber aus dieser Unmöglichkeit zu schließen, daß die primäre Annahme von der Einheitlichkeit und Unteilbarkeit des Ich irrtümlich ist, weil sie sich im Zusammenhang mit den übrigen wohlbekannten Tatsachen nicht durchführen läßt, hat man sich an dieser Stelle mit dem vorwissenschaftlichen Erstaunen über das Phänomen begnügt und an den einmal begangenen Irrtum noch eine Anzahl weitere angefügt.

127. Das Ich ist die Erinnerung. Daß das Ich keine Einheit ist, wurde den Beobachtern der psychischen Erscheinungen am unwiderleglichsten und gründlichsten klar gemacht durch gewisse pathologische Erscheinungen, welche Menschen mit einem vielfachen, einem zweifachen, ja dreifachen Ich zur Beobachtung brachten. Wir haben in der Literatur bereits eine große Anzahl von solchen Fällen, die in typischer Weise derart verlaufen, daß ein Mensch während einer bestimmten Zeit seines Lebens bestimmte charakteristische persönliche Eigenschaften hat wie ein anderer

auch und danach handelt. Dann gibt es aber im Zeitverlauf Umwandlungspunkte, wo er die bisher betätigten Eigenschaften verliert und sich als eine Person von ganz anderem, wiederum in sich konstantem und konsequentem Charakter erweist. Diese Existenz in der zweiten Form dauert ebenfalls eine gewisse Zeit, bis dann wieder durch Ursachen, deren Einzelheiten man noch nicht kennt, ein Zurückfallen in die erste Existenz stattfindet und der erste Charakter dann wieder mit allen seinen Eigentümlichkeiten angenommen und betätigt wird. So wechseln also diese Zustände miteinander in unbestimmten Intervallen ab und das gesamte Verhalten ist so, als wenn es sich um zwei voneinander ganz verschiedene Menschen handelte, die durch irgendeinen Zauber zu bestimmten Zeiten ausgetauscht werden, so daß zwei verschiedene Seelen denselben Körper zu benutzen scheinen.

Diese Erscheinung des vollständig getrennten oder dissoziierten Ich ist die äußerste Ausprägung anderer Erscheinungen, welche weniger auffallend sind, aber deutlich den Übergang zu diesem Grenzfall zu erkennen suchen. Wer weiß nicht, daß viele Menschen je nach den Tagen sich ganz verschieden verhalten? Sie haben ihre guten Stunden, wo sie erfreuliche Charaktereigenschaften, Produktivität, Güte und so weiter betätigen, und sie haben ihre bösen Tage und Wochen, wo die Leistungsfähigkeit tief sinkt, und an Stelle eines heiteren und verträglichen Temperamentes ein finsteres und unfreundliches tritt. Verfolgt man diese Ideenreihe weiter, so wird man auf immer kleinere und kleinere Schwankungen geführt, bis man schließlich bei der durchschnittlichen Stabilität des normalen Menschen anlangt. Kann das Ich demgemäß diese Mannigfaltigkeiten aufweisen, die auch hier zeitlich getrennt erscheint, so wird dadurch die Annahme, daß es ein einheitliches, für sich bestehendes Wesen sein soll, bereits außerordentlich unwahrscheinlich gemacht. Vollständig unhaltbar wird diese Annahme aber durch eine Untersuchung der Frage, worauf denn das Ichbewußtsein eigentlich beruht und durch welche Umstände es zur Abschwächung und zum Verschwinden gebracht werden kann.

Gewisse Zustände wie die des Schlafes, des Alkoholrau-

sches, der Narkose, der Ekstase sind dadurch charakterisiert, daß einzelne Funktionen unterhalb des Bewußtseins, d. h. ohne die Kontrolle des Ich vor sich gehen, während die gewöhnlichen bewußten Funktionen verschwunden sind. Diese Tatsache, die jeder aus seiner eigenen Erfahrung in beliebiger Mannigfaltigkeit belegen kann, deutet zunächst auf folgende hin. Die Ichfunktion, um einen möglichst voraussetzungslosen Namen für das Objekt unserer Untersuchung zu wählen, ist jedenfalls eine Funktion, die nicht immer mit dem Leben des Menschen verbunden ist, denn ein großer Teil desselben vollzieht sich ohne Ichbewußtsein. Nach dieser Überlegung erscheint bereits das Ich als eine besondere Funktion des Körpers, etwa wie die Muskelkontraktion oder das Schwitzen oder sonst irgend etwas, wofür der Körper funktionsfähig ist, was er aber nicht beständig tut. Wir müssen also auf das Vorhandensein eines besonderen „Ichorgans" schließen, als dessen besondere Leistung die Ichfunktion zustande kommt. Auch kennen wir dieses Ichorgan: es sind das die Massen der vorderen Hirnrinde. Von deren richtiger Funktion hängt ganz und gar das Bewußtsein im allgemeinen und das Ichbewußtsein im besonderen ab. Prüft man sich nun in solchen Augenblicken, wo einem das Bewußtsein abhanden gekommen ist (man erlebt solche am leichtesten, wenn man unerwartet aus dem Schlafe auffährt), so ist das Charakteristische für diesen höchst unangenehmen und unheimlichen Zustand die Abwesenheit von Erinnerungen. Man hat sein Ich verloren, wenn man den Zusammenhang des augenblicklichen Erlebens mit der Erinnerungsmasse verloren hat. Auch die pathologischen Beobachtungen über die Beeinflussung des Bewußtseins durch Gehirnverletzungen weisen auf diese Verhältnisse hin. Es ist also der Mangel an Verfügung über die Erinnerungen, welcher den ichlosen Zustand bewirkt, und die allmähliche Gewinnung des Erinnerungsmaterials zur bewußten Verfügung ist identisch mit der Rückkehr des Ich. Somit werden wir also die Gleichung aufstellen: Ich = Summe der bewußten Erinnerungen.

Prüft man diesen Satz nach den Seiten, die sich einer Prüfung

darbieten, so findet man ihn überall durchführbar. Das Ichbewußtsein ist bei den Kindern zunächst noch außerordentlich schwach entwickelt. Es kann eben deshalb noch nicht stark sein, weil das Erinnerungsmaterial noch so gut wie vollständig fehlt. Das Verschwinden des Ichbewußtseins in der Narkose und im Rausch hängt in derselben Weise mit dem Schwinden der Verfügung über die Erinnerungen zusammen und die getrennten Persönlichkeiten, von denen vorher die Rede war, sind dadurch charakterisiert, daß auch die Erinnerungsschätze getrennt sind. Wir werden also jedenfalls aussprechen können, daß der Besitz der Erinnerungen den Besitz des Ichs bedingt. Es bedarf aber noch der Aufklärung, wieso das Bewußte in den Erinnerungen zustande kommt. Denn man könnte mit einem großen Anschein des Rechtes betonen, daß in der Definition: das Ich ist die Summe der bewußten Erinnerungen, das zu definierende, nämlich das Ich, bereits in dem definierten Wort: bewußt vorausgenommen sei. Um dieses Bedenken zu klären und damit zu heben, ist allerdings noch eine etwas eingehendere Untersuchung über die Natur der Begriffe, die ja das wesentlichste Erinnerungsmaterial darstellen, erforderlich.

128. Substanzen und Relationen. Wie Begriffe vermöge des allgemeinen organischen Gedächtnisses, das ja viel allgemeiner ist, als die bewußte Erinnerung, gewonnen und durch Wiederholung befestigt werden, ist schon früher ausführlich dargelegt worden. Es braucht nur daran erinnert zu werden, daß nur das sich Wiederholende tatsächlich festgehalten wird; dies liegt in der Beschaffenheit der organischen Erinnerung. Die Begriffe, die sich auf solche Weise in dem mit Erinnerung ausgestatteten Organismus entwickeln, sind zum Teil einfacher, zum Teil zusammengesetzter oder komplexer Natur. Einfach sind die meisten unmittelbaren Reaktionen, welche wir als die ersten Formen der Betätigung des primitiven Organismus gegen von außen herantretende Reize kennen gelernt haben. Andererseits haben wir bereits in den Instinktreaktionen Bildungen von zum Teil außerordentlich großer Komplexität erkannt, die mit den Begriffen das gemeinsam haben, daß sie sich in der Mannigfaltigkeit des Ge-

schehens in stets derselben Weise vollziehen, sich aber von ihnen durch den Mangel an Bewußtsein unterscheiden. Die Bewußtheit tritt erst gleichzeitig mit der Möglichkeit der freien Kombination der einzelnen Gedächtnisinhalte ein. Beim Instinkt ist diese Kombination noch nicht frei, wenigstens nicht für das Individuum, und der einmal eingeschlagene Weg wird ohne Rücksicht auf zweckmäßig oder unzweckmäßig automatisch bis zu Ende zurückgelegt. Die freie Kombination der Erinnerungsprodukte dagegen setzt eine Organisation voraus, durch welche ein jeder einzelne Erinnerungsinhalt, der jetzt den Charakter eines Begriffes annimmt, mit jedem anderen zur Wechselwirkung gebracht werden kann. Auf dieser gegenseitigen Beziehung beruht der „Schluß", der die Erkenntnis der Zukunft ermöglicht.

Wenn wir nun die vorhandenen Begriffe in ihrer Mannigfaltigkeit zu überschauen versuchen, so finden wir, daß sie sich ganz scharf in zwei große und wesentlich verschiedene Gruppen sondern lassen, die wir kurz, um von ihnen reden zu können, als die Substanzen und die Relationen bezeichnen. Unter Substanzen verstehen wir im allerallgemeinsten Sinne solche Gedächtnisprodukte oder Begriffe, welche einen wesentlich unverändert bleibenden Komplex von bestimmten Eigenschaften, d. h. einfacheren Begriffen darstellen. In solchem Sinne sind die Begriffe Pferd und Gold ebenso Substanzen wie etwa die Begriffe Liebe oder Kummer. Man darf mit anderen Worten an das Wort Substanz durchaus keine Idee von materieller, d. h. ponderabler und räumlich begrenzter Existenz hängen, sondern es soll unter Substanz eben nur ein zeitlich unveränderliches, d. h. zu verschiedenen Zeiten wesentlich gleich erfundenes Erlebnis verstanden werden.

Die andere große Gruppe von Begriffen ist die der Relationen, Beziehungen, Verhältnisse oder wie man sonst diese allgemeine Erfahrungstatsache nennen mag. Die bloße Existenz komplexer Begriffe, in denen man ihre einfacheren Bestandteile entdecken kann, wie das beispielsweise geschieht, wenn man ihre Beschreibung durch Aufzählung der Eigenschaften vornimmt, beweist, daß diese Eigenschaften nicht vollkommen unabhängig von-

einander für sich in unserem Bewußtsein existieren, sondern daß zwischen verschiedenen Substanzen (den Eigenschaften) Verhältnisse erlebt werden, durch welche das Bewußtsein die beiden Substanzen gleichzeitig aufnimmt. Es besteht somit neben dem Urphänomen der einfachen Begriffsbildung, wodurch einzelne Wesen, eben die Substanzen, gekennzeichnet und wiedererkannt werden, noch ein zweites Urphänomen, durch welches mehrere solche Substanzen oder Wesen sich zusammenhängend im Bewußtsein betätigen und daher mit der Qualität der gegenseitigen Beziehung, der Relation, ausgestattet sind.

Die Qualität der Begriffe überhaupt ist also das Bekanntsein, die Qualität der Substanzen ist ihre Unveränderlichkeit und die Qualität der Relationen ist die zusammenhängende geistige Tätigkeit an mehreren Begriffen auf einmal.

129. Erläuterungen. Man darf sich nicht beklagen, daß die sprachliche Darstellung dieser Verhältnisse sich nicht ohne Schwierigkeiten, Wiederholungen und ein verwickeltes System von Verallgemeinerungen und Beschränkungen bewerkstelligen läßt. Die Menschen sind so wenig gewohnt, in diesem Gebiete allerallgemeinster Begriffe zu denken, daß sie eine genau entsprechende Sprache nicht entwickelt haben und daß man deshalb nicht mehr tun kann, als dem Leser diese Begriffe andeutungsweise zu übertragen. So kann auch an dieser Stelle nicht viel mehr geschehen, als daß auf die Existenz dieser beiden großen Hauptgruppen der Begriffe, der Substanzen und der Relationen, aufmerksam gemacht wird. Der Leser sei eingeladen, sich die Sicherheit in der Handhabung dieser Kennzeichnung und dieses Unterschiedes dadurch zu erwerben, daß er einzelne beliebige Begriffe, wie sie ihm das tägliche Leben, die Lektüre oder die wissenschaftliche Arbeit bietet, auf ihren Charakter, ob Substanzen oder Relationen, untersucht.

Um nur einen ersten Anhalt für derartige Arbeiten zu bieten, sei an die mathematischen Ausdrücke erinnert. Diese bestehen beispielsweise in der Algebra aus einer Anzahl von Buchstaben, welche allgemein Zahlen darstellen, und außerdem aus Zeichen wie $+$, $-$, $=$, $\times$, $:$, $\backsim$, $\int$. Letztere stellen durchaus nicht

Größen dar, sondern Beziehungen zwischen Größen. Hier ist es nun alsbald leicht zu erkennen, daß die Buchstaben oder auch die konkreten Zahlen in einem mathematischen Ausdruck substantielle Begriffe darstellen, während die Operationszeichen Relationsbegriffe symbolisieren. Und so kann man dann ganz allgemein sagen, daß jeder mathematische Ausdruck, der irgend etwas besagt, aus einer Kombination von Substanz- und Relationssymbolen besteht. Dies wird genügen, um den Leser in den Stand zu setzen, das Wesentlichste dieses grundlegenden Unterschiedes zu erkennen und so weit aufzufassen, als es für die Anwendung auf das Ichproblem erforderlich ist.

130. Das Ich als funktionelle Einheit. Man wird hieraus gewahr, daß das Ich ein Komplex von Substanzen ist, die durch Relationen zusammengehalten werden. Indem zwischen den einzelnen Substanzen in unbegrenzt mannigfaltiger Weise Relationen aller Art durch diese fundamentale Funktion erzeugt werden, wird die Gesamtheit der erlebten Ereignisse zu einer funktionellen Einheit zusammengefügt. Diese Einheit ist durchaus nicht eine punktuelle Einheit, die Einheit eines einfachen und nicht zusammengesetzten Wesens, sondern sie ist eine funktionelle Einheit, wie auch der Organismus selbst eine solche Einheit aus zahlreichen Elementen von verschiedener Bedeutung und verschiedener Entwicklung ist, die aber alle untereinander teils in unmittelbarer, teils in mittelbarer Wechselwirkung stehen und daher grundsätzlich alle einander beeinflussen können. Die funktionelle Einheit ist also ungefähr das Gegenteil der punktuellen Einheit. Und der Ersatz der alten Ichtheorie, der auf der Annahme der punktuellen Einheit beruht, durch diese aus der psychologischen Gesamtanalyse sich ergebende der funktionellen Einheit läßt gleichzeitig erkennen, was an der alten Idee richtig war, nämlich die Einheit, und das, was in ihr falsch war, nämlich die punktuelle oder ungeteilte Beschaffenheit.

Ein kritischer Geist könnte auch gegenüber dieser Auseinandersetzung noch hervorheben, daß damit zwar die Abhängigkeit des Ich von der Tatsache der Relation zwischen den Begriffs-

elementen aufgewiesen sei, daß aber die Tatsache der Relation selbst als Grundursache des Ich dadurch noch keine Erklärung erlangt habe. Das muß zugegeben werden und ein paar Worte werden nicht überflüssig sein, um anzudeuten, nach welcher Richtung man diese künftige Erklärung zu suchen haben wird. Die Richtung wird dieselbe sein, in welcher man das Urphänomen des organischen Gedächtnisses überhaupt wird erforschen müssen. Es scheint mir persönlich durchaus wahrscheinlich, daß die Gedächtnisfunktion sich als Ergebnis einer bestimmten Art chemischer Reaktionen erweisen wird. Es ist schon an früherer Stelle darauf hingedeutet worden, daß es der Chemie bei dem Phänomen der Autokatalyse möglich geworden ist, ein wenn auch noch ziemlich rohes, aber doch schon die charakteristischen Züge aufweisendes Modell des allgemeinen organischen Gedächtnisses nachzuweisen. Es steht also wissenschaftlich der Protothese nichts im Wege, daß das organische Gedächtnis darauf beruht, daß die Gehirnzellen durch jedes erstmalige Erlebnis eine ganz bestimmte chemische Änderung erfahren, durch deren Vorhandensein dann die Wiederholung desselben äußeren Erlebnisses verschieden vom ersten Male wirkt. Ganz ebenso, wie wir hieraus eine chemische Theorie des Gedächtnisses entwickeln können, können wir uns auch eine chemische Theorie der Assoziation oder Relation denken, d. h. der Tatsache, daß bei gewissen Erlebnissen mehrere Zellkomplexe gleichzeitig in Tätigkeit kommen. Es sind Ursachen dafür leicht vorstellbar, daß, wenn der eine Zellkomplex zur Tätigkeit gelangt, auch der korrespondierende andere Komplex zur Tätigkeit angeregt wird und umgekehrt. Auch diese Protothese enthält nicht nur nichts, was den bisher bekannten physiologischen und psychologischen Tatsachen widerspräche, sondern sie wird noch positiv gestützt durch die zahllosen Beobachtungen „sympathetischer" Erregungen an verschiedenen Organen oder Organteilen, bei denen es gleichfalls nur erforderlich ist, daß das eine Glied von mehreren direkt zur Tätigkeit gebracht wird, um alsbald auch eine wenn auch abgeschwächtere Tätigkeit des anderen Gliedes hervorzurufen. Die physiologische Tatsache der Relation steht ja fest und

es bleibt nur noch in diesem Falle wie in zahllosen anderen Fällen die feinere Analyse durch Ermittelung der zugehörigen physikochemischen Vorgänge als Träger dieser Erscheinungen auszuführen.

131. Das sich selbst erkennende Ich. Diese Überlegungen mit dem fundamentalen Resultate, daß das Ich keine punktuelle, sondern eine funktionelle Einheit ist, geben nun eine vollständige Erklärung für die scheinbar rätselhafte Tatsache, daß das Ich sich selbst erkennen kann. Statt der begrifflichen Auseinandersetzung wird hier ein ganz naheliegender Vergleich das Entscheidende schneller und besser erkennen lassen. Wir kennen auch unseren eigenen Körper und zwar in derselben Weise, als wenn er ein Objekt der Außenwelt wäre. Zwar kann das Auge sich nicht selbst sehen, noch kann die Fingerspitze sich selbst tasten. Aber das Auge sieht den Finger und den Arm und die übrigen Teile des Körpers und es sieht auch vermittelst eines Spiegels sich selbst wenigstens von außen. Ebenso kann zwar der Finger sich selbst nicht tasten, er kann aber fast die ganze Körperoberfläche abtasten und kann selbst in seiner objektiven Realität wiederum durch Abtasten mit einem anderen Finger oder sonst einem tastempfindlichen Teile des Körpers nachgewiesen werden. Also die Möglichkeit, daß der Körper sich selbst durch seine eigenen Sinnesorgane erleben kann, beruht darauf, daß der Körper ebenfalls keine punktuelle, sondern eine funktionelle oder organische Einheit ist. Jeder seiner Sinne betätigt sich in einer gewissen Ausdehnung und Mannigfaltigkeit und die verschiedenen Sinnesapparate arbeiten zusammen, um ein gemeinsames, mit den einzelnen Sinneserlebnissen überall konformes Gesamtbild des Körpers zu ermöglichen.

Ähnlich wird im Bewußtsein irgendein bestimmter Gedanke zwar nicht sich selbst denken können, das bewußte Wiederdenken dieses objektiv aufgefaßten und registrierten Gedankens gelingt aber auf Grund der Erinnerung einen Augenblick später. Allgemein kann der Inhalt des augenblicklichen Bewußtseins ebenso wie jedes Erlebnis aus der Außenwelt durch die Erinnerung be-

liebig oft wiederholt und dadurch mit der Qualität der „Substanz" versehen werden. Man kann solcherart von jedem Punkte des gesamten Netzwerkes aus reproduzierbaren Substanzen und Relationen, das wir das Ich nennen, zu jedem anderen durch die Erinnerungs- und Beziehungsbrücken gelangen. Gerade diese Möglichkeit, jeden Punkt mit jedem anderen in Verbindung zu setzen, ist das, was die Einheit des Ich ausmacht; andererseits ist diese Einheit überhaupt nur so weit vorhanden, als die Möglichkeit der Verbindung besteht, wie es ja die pathologischen Fälle des dissoziierten Ich beweisen.

Wir sehen also, wie hier ein uraltes Problem dadurch gelöst worden ist, daß man es einer exakten wissenschaftlichen Analyse unterzogen hat und für diesen Zweck die Gesamterfahrung der zugehörigen Spezialwissenschaften benutzte.

132. Die Zweckmäßigkeit des Ich. Betrachten wir die eben dargelegten Hilfsmittel, welche der Organismus durch die Ausbildung des bewußten Gedächtnisses gewinnt und welche in der vorangegangenen kurzen Darlegung noch keineswegs haben erschöpfend dargestellt werden können, so kann man nicht umhin, staunend zu erkennen, welch einen ungeheuren Zweckmäßigkeitsfaktor das Leben sich durch diese höchste Form der geistigen Entwicklung geschaffen hat. Zunächst steht dem bewußten Gedächtnis die ganze Erfahrung der Vergangenheit, soweit sie durch die Übertragung auf die Gegenwart fortgesetzt werden konnte, zur besseren Gestaltung des eigenen Daseins zur Verfügung. Ferner aber wird dadurch, daß jede Erfahrung mit jeder anderen in praktisch unbegrenzter Weise verbunden und zur Wechselwirkung gebracht werden kann, eine außerordentlich viel größere Sicherheit in der Erkennung der Zukunft ermöglicht, als dies durch die unbewußte Gattungserfahrung, durch den Instinkt, erzielt werden konnte. Dadurch wird der Lebenszuschnitt eines bewußt denkenden Wesens von Grund aus ein anderer, als der der unbewußt reagierenden. Der wesentlichste Unterschied zwischen dem niederen Zustand und diesem höchsten besteht darin, daß nicht mehr die einzige Linie zukünftiger Ereignisse, wie sie

für die Fortpflanzung und bisweilen auch für die Ernährung und Behausung durch die Instinktreihen festgelegt ist, eingehalten zu werden braucht, sondern daß eine freie Vorausbestimmung der Zukunft in mannigfaltigster Weise und in sorgfältigstem Anschluß an die gegenwärtigen und künftigen Verhältnisse bewerkstelligt werden kann. Während bei den niederen Entwicklungsstufen die Handlungen durch die Gegenwart bestimmt werden und bezüglich der Zukunft nur die ein für allemal festliegenden Instinktlinien vorhanden sind, lebt der bewußte Mensch (und zwar um so mehr, je bewußter er ist) stets mit einem ganz erheblichen Teil seines Wesens in der Zukunft und seine gegenwärtigen Handlungen werden zum allergrößten Teil dadurch bestimmt, daß er überschlägt, welche künftigen Folgen sie haben werden.

Man wird sich dieses Gegensatzes, der in seiner durchgreifenden Bedeutung noch keineswegs genügend bekannt ist, am klarsten bewußt, wenn man sich die äußersten Fälle vorstellt. Ein Felsblock, der sich vom Gipfel eines Berges loslöst und zu Tal donnernd die mannigfaltigsten Wege einschlägt je nach Beschaffenheit des Untergrundes, auf den er während seines Sturzes von Stufe zu Stufe aufschlägt, wird in seinen Bewegungen ganz und gar nur durch die Vergangenheit bis zur Gegenwart bestimmt. Er hat in jedem Augenblick seiner Bahn eine ganz bestimmte Bewegungsenergie und Richtung. Die Ereignisse, die ihn künftig treffen werden, haben nicht den allergeringsten Einfluß auf seine gegenwärtigen Bewegungen und er legt jeden Teil seiner Bahn durchaus unabhängig davon zurück, ob er schließlich etwa das Bett eines Baches verlegen und eine Überschwemmung verursachen, ob er ein auf seinem Wege belegenes Haus zertrümmern oder aber ob er unschädlich in einem Geröllfelde stecken bleiben wird. Diese absolute und vollständige Unabhängigkeit von der Zukunft besteht nur im Anorganischen. Bei den niedersten Organismen tritt die Rückwirkung der Zukunft auf die Gegenwart nur langsam und in der höchst versteckten und unvollkommenen Form der Reaktionen, deutlicher schon bei den mit Instnikt begabten Lebewesen hervor. Dasjenige, was uns bei der Instinktbetätigung

am meisten in Erstaunen setzt, ist ja eben die Tatsache, daß die betreffenden Wesen Handlungen vollziehen, welche im Augenblick kaum wertvoll, ja unter Umständen sogar direkt nachteilig sind, die aber ausgeführt werden in Rücksicht auf einen künftig bevorstehenden Effekt, der beispielsweise für die Fortpflanzung von wesentlicher Bedeutung ist. Suchen wir nach dem Mittel, mit dem derart die Zukunft vorausgenommen und zur Wirkung auf die Gegenwart gebracht wird, so finden wir nichts anderes als das Gedächtnis im allgemeinen organischen Sinne. Nur dadurch, daß vermöge des organischen Gedächtnisses die Reaktionsfolge eine Gattungseigenschaft der betrachteten Spezies geworden ist, wird bewirkt, daß jedes einzelne Individuum der Spezies solche Handlungen vollführt. Denn diejenigen Exemplare, welche etwa wegen individueller Abweichungen sich anders verhalten, werden durch das Zugrundegehen ihrer Nachkommenschaft von der Übertragung solcher Abweichungen wirksam und dauernd ausgeschlossen.

Also dadurch, daß die Vergangenheit organische Spuren in dem Lebewesen hinterläßt, daß jedes Ereignis der Vergangenheit das Lebewesen derartig beeinflußt, daß es einer Wiederholung solcher Ereignisse anders gegenüber steht als anderen neuen Ereignissen, wird zunächst in dieser rudimentären Form die Fähigkeit angelegt, zweckmäßig in die Zukunft hinaus zu handeln. Und die höchste Entwicklung dieser selben Fähigkeit beim Menschen beruht auf ganz derselben Grundlage, auf der Funktion des organischen Gedächtnisses. Wir wissen ja genau, daß bei weitem die sichersten, mannigfaltigsten und weitreichendsten Voraussagungen der Menschen durch die Wissenschaft ermöglicht werden. Die Wissenschaft kann, wie ich das an vielen Stellen ausgesprochen und belegt habe, am sichersten und vollkommensten als die Kunst des Prophezeiens definiert werden; die Menge, Ferne und Wichtigkeit der von ihr voraussagbaren Dinge bestimmt in ganz eindeutiger Weise auch die Wichtigkeit der betreffenden Wissenschaft. Nun beruht aber die ganze Existenzmöglichkeit aller Wissenschaft, wie wir schon gesehen haben, auf der systematischen Entwicklung des sozialen Gedächtnisses, nämlich der

Technik, die Erfahrungen der Vergangenheit durch die Sprache und Schrift derartig zur Verfügung der Gegenwart zu stellen, daß ein Gegenwartsmensch, der diese Erfahrungen zu verwenden weiß, in sich annähernd eine Kenntnis und Weisheit verkörpert, als hätte er Jahrhunderte, ja Jahrtausende gelebt und persönlich diese Erfahrungen gesammelt. Diese Eigenschaft der Wissenschaft, aus der Verfügung über die Erfahrung der Vergangenheit ihre Kraft und Stärke für die Gegenwart und Zukunft zu gewinnen, ist so groß und ausgeprägt, daß durch einen naheliegenden Irrtum die Vorstellung entstanden ist und auch noch gegenwärtig von vielen vertreten wird, als sei die bloße Kenntnis der Vergangenheit schon an und für sich Wissenschaft. Es ist klar, daß das nur ein grober Irrtum ist, da die bloße Kenntnis der Vergangenheit überhaupt keinen Lebenswert in irgendwelcher Gestalt haben kann. Denn die Vergangenheit bleibt vollkommen unverändert bestehen und kann auch durch die kräftigste Willensbetätigung nicht die allergeringste Beeinflussung erfahren. Nur insofern die Kenntnis der Vergangenheit zur Kenntnis der Zukunft führen kann, dann aber auch in dem ganzen riesigen Umfange dieser Möglichkeit, hat die Kenntnis der Vergangenheit einen Lebenswert und gehört so zu den wesentlichsten Arbeitsmitteln der Wissenschaft. Man wird also jedem Vergangenheitsstudium gegenüber sich sofort fragen müssen: besteht eine Möglichkeit, diese Kenntnis für die Gestaltung der Zukunft zu verwenden? Und von der Antwort auf die Frage wird es abhängen, welche Bedeutung man der betreffenden Vergangenheitskenntnis wird zuschreiben dürfen.

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so erkennen wir, daß wir in dem bewußten Gedächtnis, welches identisch mit dem bewußten Ich, mit der Möglichkeit der Selbstbetrachtung und Selbstbeurteilung des Lebewesens ist, den höchsten und wirksamsten Apparat ausgebildet finden, mit dessen Hilfe sich der Organismus nicht nur in seinem gegenwärtigen Zustande zu erhalten, sondern zu einem dauernd besser werdenden Zustande sich zu entwickeln vermag. Beim Menschen ist diese Fähigkeit unvergleichlich viel höher entwickelt als bei irgendeinem seiner Gattungsgenossen aus dem Ge-

schlecht der Wirbeltiere und Säuger, und hierauf allein beruht es, daß der Mensch nicht nur die Gesamtheit aller Tiere und Pflanzen, sondern in den letzten Jahrhunderten in zunehmendem Maße auch die anorganischen Energien in seine Gewalt gebracht hat und diese Herrschaft allseitig dazu verwendet, seinen eigenen Zustand wunschgemäß zu gestalten.

133. Der Wille. In dieser bewußten Gestaltung der Zukunft, die auf dem Vorausnehmen der Folgen unserer Handlungen beruht, ist nun auch jene große und wichtige psychologische Erscheinung begründet, welche man den Willen, genauer gesprochen den bewußten Willen nennt. Wir haben gesehen, daß das allgemeine Dissipationsgesetz zunächst allem Geschehen eine Richtung gibt, welche durch die Nichtumkehrbarkeit der Ereignisse in der Zeit zum Ausdruck kommt. Diese Richtung aber einen Willen zu nennen, wird in dem Augenblicke unsachgemäß, wo man die rein mechanisch-physikalische Begründung dieser Einseitigkeit alles Geschehens im Dissipationsgesetz kennen gelernt hat. Bei den Lebewesen tritt dann durch das organische Gedächtnis ein neuer Faktor in alles Geschehen hinein. Zunächst unvollkommen und unbewußt, hernach aber beim denkenden Menschen mit zunehmend klarem Bewußtsein und zunehmender Wirksamkeit erscheint als Folge des organischen Gedächtnisses die Fähigkeit, die Zukunft vorauszunehmen und in der Gegenwart demgemäß so zu handeln, daß die aus der Handlung erfolgenden künftigen Ereignisse im Sinne und zum Gewinne des betreffenden Lebewesens sich gestalten. Zunächst erfolgt diese Gestaltung als Betätigung des organischen Gesamtgedächtnisses instinktiv, in höherer Entwicklungsstufe dagegen bewußt und dementsprechend viel mannigfaltiger. So macht das instinktive Handeln, da es so ersichtlich auf die Zukunft gerichtet ist, zunächst den Eindruck des bewußten Willens, während doch die übrigen physiologischen und psychologischen Bedingungen uns zu der Ansicht führen, daß von einem solchen bewußten Willen bei den niederen Wesen etwa bis zu den Fischen aufwärts nicht wohl die Rede sein kann. Erst dort, wo die Fähigkeit des Lernens beginnt, d. h. die Fähigkeit, individuell

neue Reaktionsreihen zu beginnen; dort, wo das organische Gedächtnis sich individuell neben dem Rassengedächtnis betätigt, sehen wir diese letzte und höchste Entwicklungsstufe sich anbahnen, die beim Menschen ihre vollkommenste Ausbildung erreicht. In dem Maße also, wie das Bewußtsein zunimmt, nimmt der Wille im eigentlichen Sinne zu und wir können die Stufen dieser Entwicklung auch ganz wohl bei den kulturell verschieden hoch stehenden Menschen beobachten. Das Leben eines Negers oder eines Malaien wird im wesentlichen durch die Gegenwart bedingt und nur in sehr geringem Maße übt die Voraussicht künftiger Ereignisse einen Einfluß auf die Gestaltung des einzelnen Tages aus. In dem Maße, als die Vorausnahme der Zukunft wächst, wächst auch die kulturgemäße Betätigung des einzelnen und wächst auch seine Herrschaft über die Energien seiner Umgebung, eingeschlossen sein Einfluß auf das Verhalten seiner Landes- und Zeitgenossen. Je sicherer die Beurteilung künftiger Ereignisse wird, um so kräftiger betätigt sich auch der Wille.

Allerdings sind uns diejenigen Typen von Menschen nicht unbekannt, bei denen eine sehr geringe Voraussicht mit einer außerordentlich starken und unveränderlichen Willensbetätigung verbunden ist. In solchen Fällen aber kann man sich bald bei genauerer Analyse überzeugen, daß der Ausdruck Wille für derartige geistige Beschaffenheiten nicht am Platze ist. Das Unbeeinflußbare derartiger Persönlichkeiten liegt viel mehr in der ungewöhnlich starken Ausprägung ihrer Instinkte. Sie handeln in der charakteristisch zähen und unverrückbaren Weise nicht deshalb, weil sie die Zukunft besonders klar und scharf voraussehen, sondern sie handeln unter einem organischen Zwange, der dem bewußten Urteil überhaupt nicht unterliegt und um so weniger von diesem beeinflußt wird, als ein solches bei derartigen Persönlichkeiten nur sehr gering entwickelt ist. Wir werden also die Thesis, daß der Wille im engeren und eigentlichen Sinne, d. h. der bewußte Wille, durchaus in dem Maße wächst wie die Sicherheit in der Gestaltung der Zukunft, als einen richtigen Führer in die Auffassung ungewöhnlicher Erscheinungen anzuerken-

nen haben. Untersuchen wir unter diesen Gesichtspunkten den höchst entwickelten Willensmenschen, den das letzte Jahrhundert hervorgebracht hat, Napoleon I., so erkennen wir bei ihm tatsächlich als charakteristischen Zug die außerordentliche Sicherheit in der Beurteilung der gesamten Sachlage seiner Zeit und in der Voraussicht der Folgen seiner Handlungen. Solange diese Sicherheit bestand und nicht durch emotionelle Momente getrübt wurde, wie das in den letzten Jahren seiner Tätigkeit geschah, ist denn auch alles das, was er unternommen hat, im höchsten Maße erfolgreich gewesen. Einen ähnlichen Typus eines auf weitreichender Voraussicht beruhenden, ungewöhnlich starken und erfolgreichen Willens stellt Bismarck dar. Beim genaueren Studium seines Lebenswerkes fällt gleichfalls die erstaunliche und unvergleichliche Fähigkeit auf, die Konsequenzen bestimmter Maßnahmen in ihren weitesten Verzweigungen vorauszusehen. Leider hat ein heutiger Staatsmann, welcher Bismarcks Technik nachzuahmen versuchte, sich an sekundäre Eigentümlichkeiten derselben gehalten, und da er über die Grundlage derselben, die weite Voraussicht, nicht verfügte, dem deutschen Reich und der Weltpolitik erheblichen Schaden zugefügt.

Ist eine subjektive Überzeugung vorhanden, daß man die Zukunft erkennen kann, die nicht auf rationellem Wissen, sondern auf Glauben, Denkgewohnheit, Suggestion beruht, so entsteht der Fanatismus. An Intensität der Betätigung ist er dem rationell begründeten Willen vergleichbar oder überlegen, an Erfolg steht er ihm durchaus nach, da er ebenso oft auf die Unmöglichkeit wie auf die Möglichkeit der Durchsetzung stößt.

134. Der Wert. Auf diesem Wege kommen wir nun auch endlich zu dem Begriff des Wertes. Wo eine bewußte Erinnerung mit Voraussicht in die Zukunft und entsprechender Wahl von verschiedenen Möglichkeiten noch nicht vorhanden ist, da kann von einem Werte auch nicht die Rede sein; denn dieser Begriff setzt ein Vergleichen verschiedener künftiger Möglichkeiten voraus. So sehen wir denn auch, daß in der Tierwelt ein Verhalten, das mit der Vorstellung eines Wertes in Verbindung

gebracht werden kann, erst bei solchen Geschöpfen aufzutreten beginnt, welche einen mehr oder weniger bestimmten Blick in die Zukunft zu werfen vermögen. Das Kämpfen der Hirsche um ihre weibliche Herde, das Vergraben von Knochen und anderen Nahrungsmitteln durch die Haushunde und ähnliche Handlungen, welche eine besondere Bewertung einzelner Objekte erkennen lassen, beruhen durchaus auf dem Wunsch der betreffenden Tiere, die fraglichen Objekte zu späterer Verwendung sich zu konservieren. Und ebenso beobachten wir es beim Vergleich verschieden hoch entwickelter Menschen, sowohl Individuen wie Rassen, daß der Begriff des Wertes dem Kinde und dem niedrig stehenden Wilden so gut wie vollkommen fehlt. Nur einzelne Objekte des täglichen Gebrauches, deren Nützlichkeit oder Annehmlichkeit sich durch wiederholte Anwendung eingeprägt hat und deren Verlust somit einem Verlust dieser Vorzüge erwarten läßt, werden mit dem Gefühl des Wertes behaftet; im übrigen überlassen es diese unentwickelten Lebewesen dem Zufall der Stunde, was sie ihnen bringen oder versagen will. In dem Maße, als die Kultur sich entwickelt, nimmt auch der Umfang der wertgeschätzten Objekte und Beziehungen zu, und der höchst entwickelte Kulturmensch hat infolge seiner mannigfaltigen Voraussicht auch ein am mannigfaltigsten entwickeltes System von Werten, an die er sein Interesse hängt und die er mit erheblicher Hingabe gegen etwaige Beanspruchung von anderer Seite verteidigt.

Fragen wir uns nach der prinzipiellen Begriffsfeststellung der Werte, so erkennen wir alsbald, daß es sich um energetische Objekte handelt. Einen Wert an sich stellt die Energie im großen und ganzen noch nicht dar, da es große Gebiete derselben, z. B. die Sonnenstrahlung, gibt, welche nicht in Besitz genommen werden können und welche deshalb der eine Mensch dem anderen nicht vorenthalten kann. Derartige allgemeinste Güter, zu denen etwa noch der Sauerstoff der Luft gehört, welcher zur Atmung und zur Lebenserhaltung notwendig ist, sind zwar Güter, aber nicht Werte. Sie sind für das Leben erforderlich, weil ja das Leben selbst nichts ist als ein energetischer und zwar chemischer Vorgang,

aber sie haben den Wertcharakter noch nicht angenommen, weil sie auf der Erde in solcher Menge und in solcher Form vorhanden sind, daß sie nicht in Besitz genommen werden können, so daß auch nicht der einzelne durch die anderen in einen Mangel an ihnen versetzt werden kann. Auch sind sie nicht einer Wahl unterworfen, denn kein Mensch kann darüber einen Entschluß fassen, daß er etwa auf den Sauerstoff verzichten und statt seiner irgendein anderes chemisches Element für seinen Stoffwechsel benutzen möchte; denn der ganze Stoffwechsel ist auf den Sauerstoff aufgebaut und von ihm kann unter allen Umständen nicht abgesehen werden. Ebenso wissen wir, daß die strahlende Energie die einzige erhebliche Quelle der freien Energie ist, und von dieser allgemeinen Quelle kann infolgedessen auch nicht wahlweise abgesehen werden: sie ist die ausnahmslose und unbedingte Voraussetzung für alles Geschehen und alle lebendige Betätigung.

Dagegen beginnt der Begriff des Wertes dort aufzutreten, wo ein Plus und Minus des Bedürfnisses besteht und dadurch ein Austausch des einen Objektes gegen das andere erwünscht ist, wo also die Willensbetätigung für die Verwendung desselben in Betracht kommt. Schon bei den primitivsten Wertobjekten, etwa den Waffen oder Fanggeräten eines Urmenschen, sehen wir diese Tatsache. Diese Waffen und Fanggeräte stellt er sich selbst dar, und wenn er sie verliert, so kann er sie durch neue ersetzen. Aber dieser Ersatz erfordert einen Arbeitsaufwand seinerseits, und persönliche Arbeit ist dasjenige, was der Urmensch am allerwenigsten gern hat. Er wünscht, solche Eventualitäten lieber zu vermeiden und hält deshalb die genannten Gegenstände wert.

Seine eigentliche Entwicklung erlangt indessen das System der Werte erst in der sozialen Betätigung des Menschen, durch welche eine weitgehende Vereinzelung der Funktionen und damit ein entsprechendes System des Austausches wertvoller Objekte bewirkt wird. Diese Wertobjekte erhalten ihren Wert durchweg durch die menschliche Arbeit, den persönlichen Energieaufwand, der zu ihrer Gewinnung oder Herstellung erforderlich ist. Des-

halb kann die eingehende Betrachtung der Wertfrage erst nach Darlegung der sozialenergetischen Grundphänomene vorgenommen werden.

Dreizehntes Kapitel.

Die Kultur.

135. Allgemeines. Unter Kultur verstehen wir die höchste Steigerung der organischen Leistungsfähigkeit, die natürlich auf dem Gebiete der bewußten Geistestätigkeit liegt, da eine höhere Form geistiger Arbeit nicht bekannt ist. Demgemäß beschränkt sich die Erwerbung und Betätigung der Kultur auf den Menschen mit ganz geringen Spuren bei den mit dem Menschen in naher Beziehung stehenden Tieren, den Haustieren. Und man wird auch zugeben müssen, daß die gesamte Menschheit noch bei weitem nicht überall die höchsten Werte der Kultur zur Verfügung hat. Es ist vielmehr nur eine ganz kleine Gruppe, bei denen diese höchste Steigerung stattgefunden hat. Dies sind die weißen Bewohner Europas und in stärkster Ausbildung nur die Bewohner eines verhältnismäßig engen Gebietes von Zentraleuropa, welches im Süden die nördliche Hälfte von Italien umfaßt, in Mitteleuropa Frankreich, Deutschland und einen Teil von Österreich enthält und dann nach Norden in zwei Zipfeln nach Skandinavien und nach England und Schottland ausläuft. Ein zweites Kulturgebiet von sekundärer Beschaffenheit, nämlich durch die Überführung von Europa angelegt und entwickelt, befindet sich in Nordamerika und ein drittes beginnt sich im Sinne der allgemein menschlichen Kultur soeben an der Ostküste von Asien zu entwickeln. Um diese Gebiete höchstentwickelter Kultur lagern sich ausgedehnte Ringzonen von minderer Kultur, von denen sich beispielsweise im Südwesten und Südosten sowie im Osten Europas noch erhebliche Gebiete niederen Niveaus aufweisen lassen. Ebenso sind Südamerika und die von Europäern bewohnten Gebiete von Afrika

noch unter die Länder mittlerer und niederer Kultur zu zählen, weil sie zwar gewisse Werte der gegenwärtigen allgemeinen Kultur bereits in Verwendung genommen haben, sich aber noch nicht so weit entwickelt haben, daß dort eine regelmäßige Produktion von neuen Kulturwerten auf dem Gebiete der Technik, Wissenschaft oder Kunst eingetreten wäre.

Wenn man derartige Betrachtungen anstellt, so empfindet man keine besondere Schwierigkeit, etwa eine Weltkarte der Kultur in drei oder vier Stufen anzulegen. Wenn man nur in allgemeiner Weise mit der Betätigung irgendeines Landes, eines Volkes bekannt ist, so wird man auch sich alsbald in der Lage fühlen, die Kulturhöhe dieses Volkes mit großer Bestimmtheit einzuschätzen. Auch werden derartige Einschätzungen, die von verschiedenen Personen ausgeführt sind, voneinander sehr wenig abweichen, zum Zeichen dafür, daß in der Tat ein allgemeiner Kulturmaßstab vorhanden ist, der bewußt oder unbewußt in gleichförmiger Weise angewendet wird. Allenfalls bestehen einzelne Meinungsverschiedenheiten über die allerhöchsten Kulturleistungen. Auf der einen Seite läßt man, entsprechend den kulturphilosophischen Anschauungen Schillers, der sie seinerseits der damaligen mißverstandenen Auffassung der Antike entnommen hatte, die allerhöchste Kulturleistung in der Kunst gipfeln. Andererseits setzt sich die mehr moderne Anschauung nur langsam und mühselig durch, obwohl sie praktisch von den führenden Menschen der Gegenwart ganz allgemein gehegt wird, wonach der Wissenschaft und der mit ihr in engem Zusammenhange stehenden Technik die höchste Stellung unter allen möglichen und denkbaren Kulturleistungen zukommt. Überlegt man sich, daß zufolge der Entwicklungsgeschichte die höchsten und feinsten und demgemäß auch wertvollsten Leistungen ganz allgemein stets die letzten sind, während die früheren Leistungen primitiveren Charakter haben, so gewinnt man eine vorläufige Orientierung über diese Frage schon allein aus der historischen Betrachtung. Sind hervorragende und ausgezeichnete Kunstleistungen das letzte Produkt der kulturellen Entwicklung irgendeiner Nation oder sonstigen Men-

schengemeinschaft, oder ist umgekehrt die angewandte und reine Wissenschaft ein derartiges letztes Produkt? Auch nur ein flüchtiger Blick auf die Kulturgeschichte lehrt, daß das zweite der Fall ist. Wir konstatieren überall hohe Kunstblüte bei ansteigender Kultur, lange bevor eine Blüte der Wissenschaft eintritt. Das hat so bei den Griechen stattgefunden und genau derselbe Prozeß hat sich am Ausgang des Mittelalters und dem Beginn der Neuzeit vollzogen. Ebenso können wir nachweisen, daß noch recht primitiv entwickelte Völker häufig eine hoch entwickelte Kunst, namentlich auf dem Gebiet der Dekoration und des Schmuckes haben. So werden wir uns dafür entscheiden, in der Auffassung, nach welcher die Wissenschaft als die höchste Kulturleistung anzusehen ist, eine bessere Annäherung an die Wahrheit zu erwarten, und die genauere Analyse des Begriffes der Kultur wird uns davon überzeugen, daß dies in der Tat die richtige Stellung zur Sache ist.

316. Was ist Kultur? Die Beantwortung der Frage, was die Kultur eigentlich ist, geschieht entsprechend der eben dargelegten weiten Verschiedenheit der allgemeinen Auffassung in der mannigfaltigsten Weise. Indessen werden wir uns nicht in eine Zusammenstellung und Erörterung der überaus mannigfaltigen Antworten vertiefen, sondern unsererseits uns bemühen, eine rationelle Begriffsbestimmung der Kultur zu finden, die, wenn sie einmal gewonnen worden ist, uns jener Diskussionen ein für allemal enthebt.

Diese rationelle Definition der Kultur finden wir nun naturgemäß auf demselben Wege, auf dem wir bisher den Entwicklungsgang der gesamten Lebewelt verfolgt haben. Wir haben gesehen, daß vom primitiven Organismus bis zum höchsten hinauf eine stetige Linie führt, längs welcher zunehmend eine Trennung und Verselbständigung der Funktionen stattgefunden hat zu dem Zweck, jede einzelne Funktionsleistung mit dem höchstmöglichen Güteverhältnis zu bewerkstelligen. Gleichzeitig hat die Ausbildung eines Organes, des Nerven- und Zentralapparates stattgefunden, durch welches diese vereinzelten und verselbständigten Funktionen

wieder zu einer organischen, d. h. zweckmäßig zusammenarbeitenden Einheit verbunden werden, indem Nachrichten über die Vorgänge jener einzelnen Funktionen an eine Zentralstelle geleitet werden, in welcher sie zu möglichst zweckmäßiger Gestaltung des individuellen Lebens verbunden und verwertet werden. Ganz dieselben Gesichtspunkte werden wir nun auf die Kulturerscheinungen bei den höher entwickelten Menschen anzuwenden haben und wir werden in der Höhe dieser besonderen Entwicklungslinie in der maximalen Steigerung der Funktionstrennung zum Zwecke der Höchstleistung im einzelnen und gleichzeitig der Funktionsverbindung zum Zwecke bestmöglicher Koordination auch den Maßstab der Kultur selbst entdecken. Dieses führt uns also zu der allgemeinen Begriffsbestimmung, daß die Höhe der Kultur erstens gemessen werden kann an der Menge der Rohenergie, welche die Menschheit in ihren Dienst stellt, daß sie zweitens mit dem Güteverhältnis zunimmt, mit welchem die Rohenergien in die Zweckformen der Energie umgewandelt werden, und daß drittens die Vollkommenheit der Organisation oder Koordination der getrennt entwickelten und einzeln zur höchsten Leistung gesteigerten Funktionen einen wesentlichen Maßstab für die Höhe der Kultur abgeben wird. Man wird mit anderen Worten den Grad der Erfüllung des schon mehrfach erwähnten energetischen Imperativs: Vergeude keine Energie, verwerte sie! als unmittelbar anwendbaren Maßstab benutzen können, um überall die tatsächliche Höhe einer Kultur festzustellen.

137. Einwendungen. Gegen diese Definition der Kultur sind, seitdem sie aufgestellt worden ist (was nur erst vor wenigen Jahren geschehen ist), alsbald von vielen Seiten lebhafte Einwendungen erhoben worden. Man hat diese Auffassung der Kultur als banausisch, technisch, amerikanisch, utilitaristisch, unideal usw. bezeichnet und sie unter dem Einfluß des Schlagwortes „Zivilisation und Kultur“ als bloße Zivilisation bezeichnet und ihr die wahre Kultur entgegengesetzt. Sieht man zu, worin die „wahre“ Kultur bestehen soll, so findet man, daß es sich um einen Rückstand jener Schillerschen ästhetischen Kulturphilosophie handelt,

die schon oben als ein mißverstandenes Reaktionsprodukt der künstlich galvanisierten Antike gekennzeichnet wurde. Namentlich durch Winckelmann war im 18. Jahrhundert die Vorstellung entstanden, als sei das ganze Leben der Griechen von hohen Gefühlen und Genüssen unter ausschließlicher Beschäftigung mit der Kunst erfüllt gewesen, als hätte insbesondere die Produktion und der Genuß von Marmorbildwerken den eigentlichen Lebensinhalt dieses Volkes gebildet. Der schwere Irrtum, der hier begangen war, ist längst erkannt worden. In dem letzten Buche seines langen wissenschaftlichen Lebens hat der feinsinnige, wenn auch einseitige Kulturforscher Jakob Burckhardt uns ein ganz anderes Bild des griechischen Lebens gezeichnet, in welchem vor allen Dingen die schwere Bedrückung hervortritt, welcher jeder einzelne Grieche durch die unermeßlichen Ansprüche unterlag, die die Polis, die Stadtgemeinde, an seine Zeit, sein Handeln und sogar sein Denken stellte. Jenes Mißverständnis der griechischen Welt ging damals am Ende des 18. Jahrhunderts so weit, daß Schiller in seinem berühmten großen Erstlingsbrief an Goethe, in welchem er dessen Leben und Kunst so objektiv und tiefgründig wie möglich zu analysieren unternahm, ihm die Fähigkeit zuschrieb, seine Kunstwerke, ideell genommen, nicht in Deutschland hervorzubringen, sondern gleichsam in Griechenland zu gebären. Eine derartige Entwurzelung der höchsten Leistungen, als welche Schiller doch Goethes dichterische Produktionen ansah, eine derartige willkürliche Entfernung derselben von ihrem eigentlichen Nährboden, nämlich dem Gesamtgefühl der Nation, kennzeichnet von vornherein die Unzulänglichkeit dieses Standpunktes. Ist so der Irrtum an der Wurzel aufgezeigt, so brauchen wir uns nicht weiter damit zu bemühen, ihn in allen seinen einzelnen Anwendungen klar zu legen. Die Träger jener künstlichen Kultur, welche Schiller als Ideal vorgeschwebt hat, finden wir noch gegenwärtig bei den Vertretern der klassischen Philologie und ihren geistigen Hörigen. Nun wird man vergeblich die Entwicklungsgeschichte des ganzen seitdem verflossenen Jahrhunderts durchsuchen können, wenn man den Anteil nachweisen möchte,

welchen die Pfleger und Wahrer jener nach ihrer Meinung höchsten Kultur an der kulturellen Entwicklung des deutschen oder irgendeines anderen Volkes gehabt haben. Alle die enormen Wandlungen und Steigerungen, welche unser deutsches Leben sowohl nach der nationalen wie nach der technischen und wirtschaftlichen wie künstlerischen und wissenschaftlichen Seite in diesen letzten hundert Jahren aufgezeigt hat, sind vollständig unabhängig von dem positiven Einfluß jener Hüter der Schätze des Altertums, ja durchaus im Kampfe gegen sie entstanden. Kein einziger von den zahlreichen großen und schöpferischen Männern, denen wir die gegenwärtige Höhe der deutschen Kultur verdanken, ist ein klassischer Philologe gewesen[1]). Ja, die Idee, daß unsere Kultur irgend etwas mit den Vertretern dieser Disziplin zu tun habe, kommt uns unwillkürlich komisch vor, weil jeder Deutsche ein ausreichend genaues Bild von der überaus weitgehenden Weltfremdheit und Unzulänglichkeit der Anschauungen hat, welche bei den Vertretern dieser Disziplin angetroffen werden. Dagegen sind es die großen Techniker, die großen Zusammenfasser wirtschaftlicher und politischer Arbeit auf der einen Seite, es sind auf der anderen Seite und vor allen Dingen die großen Führer und Entdecker auf den verschiedenen Gebieten der Wissenschaft (und zwar in ganz maßgebender Weise der exakten, nicht der historischen oder sogenannten Geisteswissenschaften), denen wir unseren gegenwärtigen Aufschwung verdanken.

Nun pflegen zwar die auf solche Weise ins Unrecht gesetzten Anhänger jener veralteten Kulturanschauung zu erklären, daß das gerade der Vorwurf sei, den sie unserer Zeit zu machen haben. Unsere Zeit sei eben nur utilitaristisch oder amerikanisch gesinnt und habe kein Gefühl und keine Wertschätzung mehr für die unvergänglichen Kulturwerte des Altertums. Aber wenn an irgendeiner Stelle das alte Bibelwort gültig ist: An ihren Früchten sollt ihr sie erkennen, so wird man diese Prüfungsmethode hier anwenden müssen und man kann nur wiederholen: das, was die Ver-

[1]) Nietzsche hat als solcher angefangen. Es ist leicht nachzuweisen daß das Verfehlte bei ihm von diesem Unglück seiner Jugendjahre herrührt.

treter jener veralteten Kulturauffassung an Werten für unser Leben zu leisten vermögen, hat durchaus nicht den Charakter des lebendigen Lebens, sondern es tritt diesem überall unzulänglich und hindernd in der Weg. Die Anhänger dieser Anschauung zeichnen sich durch eine fruchtlose Mißbilligung der gegenwärtigen Zeit, durch eine allgemeine trübselige Auffassung unseres ganzen gewaltigen Lebens aus und sind schon durch diese allgemeine Einstellung ihrer Psyche an der frischen Mitarbeit zur Förderung der Kultur verhindert. Andererseits beweisen sie durch ihr Verhalten, daß sie für ihr Leben nicht die Form und den Inhalt gefunden haben, welcher dieses erfreulich und lebenswert gestalten könnte.

Wir werden also diese irrtümlichen Anschauungen als Produkte der Papierwissenschaft auffassen, deren Charakter ja schon an früherer Stelle gekennzeichnet worden ist, und sie als rudimentäre Organe auf sich beruhen lassen, die, wenn sie jemals irgendeinen Nutzen gehabt haben, diesen Nutzen gegenwärtig zweifellos nicht mehr leisten, sondern an der Stelle, die sie einnehmen, nur noch Nachteil und Schaden anstiften. Das einzige, was hier zu tun ist, beschränkt sich darauf, die Abstoßung dieser Rudimente im Interesse der wahren Kultur so schnell wie möglich erfolgen zu lassen.

138. Wozu dient die Kultur? Die Antwort auf diese Frage ergibt sich aus der Gesamtheit der soeben angestellten Betrachtungen. Alle Steigerung in der Entwicklungshöhe der Lebewesen läßt ja nur den einzigen Zweck erkennen, das Leben des derart gesteigerten Wesens so erfreulich und wirksam wie möglich zu gestalten. So wird von der äußersten Rechten bis zur äußersten Linken durchaus kein Widerspruch bestehen, wenn man auf die Frage, wozu die Kultur dienen soll, die Antwort gibt: unser Dasein zu erhöhen. Der Zweifel beginnt erst, wenn man danach fragt, wodurch und auf welche Weise unser Dasein erhöht werden soll.

Hierauf ist nun folgende Antwort zu geben. Das Leben besteht aus einer großen Summe von höchst verschiedenartigen Anteilen. Unter diesen gibt es gewisse, welche ganz fundamental

und damit sehr trivial sind. Sie stellen Bedürfnisse dar, deren Befriedigung eine selbstverständliche Notwendigkeit ist und deren Nichtbefriedigung nicht etwas ist, worüber man auch hinweggehen kann, sondern unvermeidlich als unerträgliches Elend sowohl von dem Betroffenen wie von seiner Umgebung empfunden wird. Diese elementaren Notwendigkeiten sind Nahrung, Kleidung, Wohnung und dazu dann noch die Befriedigung des Geschlechtsbedürfnisses innerhalb der Altersgrenzen, wo dieses sich betätigt. Über diese elementarsten aller Bedürfnisse lagern sich dann die höheren Bedürfnisse, daß man etwa beim Essen nicht nur seinen Hunger stillen, sondern sich auch noch an Wohlgeschmack, schönem Ansehen der Nahrungsmittel erfreuen will, daß man die Wohnung nicht nur als Schutz gegen die ärgsten Unbilden der Witterung ausstattet, sondern so entwickelt, daß sie tunlichst unabhängig von der Beschaffenheit des Wetters draußen wird, daß sie also eine beliebige Erwärmung und Erleuchtung auch zu kalten und dunklen Zeiten gestattet. Hieran knüpfen sich dann alsbald die Bedürfnisse und Wünsche nach künstlerischer, d. h. schön wirkender und das Gemüt durch diese Wirkung erheiternder Ausstattung der Wohnräume. Ähnliches läßt sich über die Kleidung sagen und soll deshalb nicht wiederholt werden. Und was endlich die Befriedigung des Geschlechtsbedürfnisses anlangt, so sehen wir auch diesen wesentlichen Teil des Lebens sich zu immer höherer und feinerer Betätigung steigern. Beispielsweise handelt es sich noch bei den untersten Wirbeltieren, den Fischen, um eine gänzlich unpersönliche physiologische Reaktion: das Weibchen bringt den Rogen an der geeigneten Stelle des Wassers unter und hernach erst kommt das Männchen dazu und entledigt sich des Samens an der Stelle, wo vermutlich eine vom Rogen ausgehende chemische Substanz die entsprechende physiologische Reaktion bei ihm hervorruft. Hier also besteht nicht einmal zwischen den beiden Individuen, die sich zur Produktion der Nachkommen vereinigen, ein direktes Verhältnis. Lassen wir dann in schnellem Überblick unser Auge über die stufenweise höheren Gestaltungen schweifen, wo wir zunächst ein gemeinschaftliches

Leben von Männchen und Weibchen während der Paarungszeit, in höherer Entwicklung ein dauerndes Gemeinschaftsleben und bei den höchsten Tieren bereits etwas antreffen, was durchaus an die Ehe erinnert, nämlich ein Zusammenbleiben der Paare für Lebenszeit, so erkennen wir hier einen Entwicklungsgang, den wir ganz ähnlich auch bei der Entwicklung der Menschheit von ihren niedersten Formen bis zur höchsten annehmen und beobachten können. Auch beim niederen Menschen ist die Befriedigung des Geschlechtsbedürfnisses wenig von der gegenseitigen Auswahl abhängig, man empfindet sich gegenseitig nicht als Individuum, sondern nur als Geschlechtstypus. Und je höher die Kultur steigt, um so persönlicher wird die Gattenwahl. In unserer Zeit ist sie durch unsachliche, wesentlich infolge von religiösen Mißverständnissen bedingte Auffassung allerdings leider aufs äußerste entstellt und verzerrt und aus der geraden Entwicklungslinie herausgebracht worden.

Zu den drei genannten Bedürfnissen tritt nun als viertes und allgemeinstes das Bedürfnis nach einem gesunden Körper, also nach einer Abwehr aller Schädigungen, welche das normale Leben des Organismus stören, und nach der Verfügung über alle Faktoren, durch welche eine möglichst kräftige und schöne Gestaltung des individuellen Körpers ermöglicht wird. Jedermann, auch der eingefleischteste Ästhet, wird bereit sein zuzugeben, daß diese Bedürfnisse unter allen Umständen befriedigt sein müssen, damit das eintreten kann, was er eine höhere Kultur nennt. Wir werden also offenbar vorbehaltlich der Erörterungen etwaiger höherer Kulturstufen von jeder generellen Kultur verlangen müssen, daß sie die genannten vier Faktoren zu möglichst guter und erwünschter Entwicklung bringt.

Sehen wir nun mit diesem Kriterium unseren gegenwärtigen Zustand an, so finden wir nur einzelne von den Forderungen, die hier zu erheben sind, einigermaßen befriedigt, und auch dieses nur in sehr ungleichartiger Weise. Am ehesten ist dies gegenwärtig mit der Nahrung geschehen, wo tatsächlich die Möglichkeit, daß ein Mensch Hungers sterben kann, wenn auch nicht vollkommen

ausgeschlossen, so doch fast undenkbar ist. Wenn von Zeit zu Zeit derartige Fälle innerhalb unserer Kulturwelt geschehen, so liegt das wohl regelmäßig daran, daß die betreffenden Menschen aus irgendwelchen psychischen Gründen nicht die Hilfsmittel ergriffen, die überall in den kultivierten Gebieten bestehen, um solcher äußerster Not entgegenzutreten. Ungefähr dasselbe gilt für Kleidung. Was die Wohnung anlangt, so ist sowohl in den Großstädten, wie auch in kulturell niederstehenden Gebieten auf dem Lande noch immer ein reichliches Wohnungselend vorhanden, d. h. Raum und Unterkunft genügen sehr häufig nicht einmal den physiologischen Notwendigkeiten, geschweige denn den ästhetischen. Aber auch hier bemüht sich eine bewußte Kulturpolitik, die in gleicher Weise vom Volk wie von den Regierungen gefördert wird, die vorhandenen Übelstände nach Möglichkeit einzudämmen und jedem Staatsangehörigen ein bestimmtes Existenzminimum an Nahrung, Kleidung und Behausung unter allen Umständen zu sichern. Auch die Hebung der Volksgesundheit ist ein Problem, dem sich seit einigen Jahrzehnten die Allgemeinheit mit dem erfreulichsten Erfolge gewidmet hat. Zum Zeichen dafür dient die ganz erhebliche Zunahme der mittleren Lebensdauer, die in erster Linie durch die Einschränkung der Kindersterblichkeit, in zweiter Linie aber durch die Bekämpfung der großen Volkskrankheiten und der allgemeinen gesundheitsschädigenden Faktoren erzielt worden ist, welche sowohl das Wohnen unter ungünstigen Bedingungen wie das Arbeiten in schlecht gelüfteten und ungenügend beleuchteten Fabriken und nicht zuletzt die Alkoholvergiftung früher unverhältnismäßig mehr als jetzt verursachten.

Fragt man sich, wodurch diese Hebung der unumgänglich notwendigen und unter allen Umständen ihre Ansprüche betätigenden Basis aller Kultur geschehen ist, so ist die Antwort zweifellos. Alle ästhetische Kultur hat nicht das geringste hierfür getan; es ist durchaus und ausschließlich nur die technische Kultur gewesen, der wir die Beseitigung der die Menschheit schädigenden Übelstände verdanken, welche noch vor wenigen Jahrzehnten die Mehrzahl unserer Mitbürger zu einer kaum menschlich zu nennen-

den Existenz verdammt hatten. Wir müssen also aus dieser Erwägung unbedingt schließen, daß eine wirkliche höhere Kultur ohne diesen technisch-mechanischen Unterbau durchaus nicht möglich ist. Sie war auch in jenen viel gerühmten griechischen Zeiten nicht anders möglich gewesen, denn griechische Kultur ruhte auf dem technischen Unterbau der Sklaverei. Schon durch den Umstand, daß mittelst Einbeziehung der großen anorganischen Energievorräte die Sklaverei in unserer Zeit unnötig und damit unmöglich gemacht worden ist, erkennen wir den gewaltigen Fortschritt, den die technische Entwicklung für die gesamte Kulturentwicklung bewirkt hat.

Man kann hier ja einwenden, daß tatsächlich für viele das Sklavereiverhältnis noch gegenwärtig fortbesteht, da sie das einzige, was sie besitzen, ihre Arbeitskraft, im allgemeinen auf einen überfüllten Markt zu bringen gezwungen sind und deshalb mit dem Minimum von Lohn vorliebnehmen müssen, der ihnen überhaupt die Erhaltung der Arbeitskraft gestattet. Die Antwort ist, daß dies allerdings leider zugegeben werden muß, daß aber diese rudimentären Anpassungserscheinungen an den gegenwärtigen besseren Zustand der Kultur zweifellos im Schwinden begriffen sind. Der durchschnittliche Arbeitslohn des gelernten Arbeiters steigert sich von Jahr zu Jahr, und gleichzeitig erweist sich die Technik selbst als ein Heilfaktor für die durch ihre ursprüngliche sehr überstürzte Entwicklung hervorgerufenen Schädigungen. Mehr und mehr wird nämlich gerade durch die Einbeziehung der anorganischen Energien für die Kulturzwecke, durch die Einführung von Dampf und Elektrizität der Arbeiter von der rohen groben Handarbeit entlastet, bei welcher er nur als Maschine wirkt. Mehr und mehr ist die Arbeit auch des Fabrikarbeiters aus der Handarbeit in Kopfarbeit übergegangen. Seine Tätigkeit besteht nicht mehr darin, durch seine Muskeln die mechanischen Leistungen hervorzubringen, welche der Fabrikationszweck erfordert, sondern er hat mit Auge und Hand und unter entscheidender Mitwirkung des Geistes die Tätigkeit der Arbeitsmaschinen zu beobachten und nur an den Stellen regelnd, bessernd und erneuernd einzugreifen, wo die

Maschine das ihr auferlegte Arbeitspensum nicht sachgemäß ausführt. Also die Maschine nimmt, was ja in ihrer Beschaffenheit selbst liegt, mehr und mehr den mechanischen Teil auf sich, denn im Wesen der Maschine liegt es, daß sie am ehesten und leichtesten diejenigen Arbeiten ausführen kann, welche sich immer wieder in gleicher Art wiederholen. Die Maschine entlastet also den menschlichen Arbeiter von solcher Tätigkeit, und erst dort, wo es für die Maschine zu schwierig wird, auf die verwickelteren und unregelmäßigeren Erscheinungen im Fabrikationsgang sachgemäß zu reagieren, tritt der Arbeiter ein, dessen Gehirntätigkeit gerade das leistet, was die Maschine noch nicht leisten kann.

So bedeutet die Entwicklung der modernen Technik in den großen Linien zweifellos eine zunehmende Vergeistigung der Arbeit auch des Fabrikarbeiters und man darf über den reichlich vorhandenen Rückständigkeiten aus einer früheren Periode, wo die Maschinen noch nicht so entwickelt waren und der Mensch deshalb als Maschine behandelt wurde, nicht übersehen, in welchem wahrhaft kulturgemäßen Sinne die Hauptrichtung der technischen Entwicklung liegt.

139. Die Höhengebiete der Kultur. Durch das bisher Überlegte sind wir jedenfalls zu der Erkenntnis gekommen, daß eine Kultur unter allen Umständen nur auf Grundlage einer erheblichen technischen Entwicklung möglich ist, durch welche der Mensch von der ununterbrochenen Sorge um die Notwendigkeiten des Lebens, die Erringung des Existenzminimums frei wird und einen zunehmenden Anteil seiner Zeit und Energie für freie Betätigungen übrig behält. Je größer der Anteil mechanischer Arbeit ist, den uns die zunehmende Entwicklung der Technik gestattet auf die Maschine zu überwälzen, um so größer wird auch der Anteil freier, willensgemäßer und daher, wie wir gleich erkennen werden, glückbringender Betätigung, welche der Mensch entsprechend seinen Wünschen und Bedürfnissen wählen kann.

Aber abgesehen von dieser unbedingten Notwendigkeit der Betätigung des energetischen Imperativs bezüglich der techni-

schen Grundlagen der Kultur, erkennen wir bei genauerer Untersuchung, daß derselbe Grundsatz der möglichst angemessenen Energieverwertung auch bis in die allerhöchsten kulturellen Leistungen hinauf seine Bedeutung beibehält. Und zwar finden wir sowohl auf dem Gebiet der ästhetischen wie dem der wissenschaftlichen Kultur den gleichen Faktor in demselben Sinne maßgebend. Wir überzeugen uns ohne weiteres, daß wir ein Kunstwerk um so höher schätzen, für um so besser, wirksamer, erhebender oder beglückender halten, je größer eben der energetische Nutzungskoeffizient des Kunstwerks ist, je stärker die ästhetischen Empfindungen sind, die in der gleichen Zeit und durch den gleichen Aufwand beim Empfänger ausgelöst werden. Um ein beliebiges, triviales Musikstück einerseits und irgendeine höchste Leistung eines musikalischen Genius andererseits technisch auszuführen, gehört quantitativ etwa die gleiche Energiemenge, und wenn ein Unterschied vorhanden ist, liegt er nicht selten auf Seiten der kulturell niedriger stehenden Musik. Und dennoch kann die Wirkung so außerordentlich verschieden sein, daß sie an die alleräußersten Grenzen des Möglichen liegt. Das heißt nun gar nichts anderes, als daß im Fall des hohen Kunstwerks das Güteverhältnis bei der Transformation der Rohenergie in die Zweckform der musikalisch-ästhetischen Gefühle außerordentlich viel günstiger anzusetzen ist als im anderen Fall, und wir überzeugen uns auch an dieser Stelle, daß tatsächlich die Bestimmung des Güteverhältnisses auch den eindeutigen und zweifellosen Maßstab der Kultur abgibt.

Zu ganz dem gleichen Ergebnis gelangen wir, wenn wir uns nach der Wissenschaft, dieser anderen Höchstbetätigung der Kultur, umsehen. Als höchste Leistung in der Wissenschaft gilt die Entdeckung eines großen, weltumfassenden Gesetzes wie beispielsweise die des Newtonschen Gravitationsgesetzes oder des Mayerschen Gesetzes von der Erhaltung der Energie oder endlich des Carnotschen Prinzipes von der Notwendigkeit einer Intensitätsdifferenz für die Energieumwandlung. In jedem einzelnen Falle handelt es sich darum, daß durch den wissenschaftlichen

Fortschritt eine Zusammenfassung und Voraussagung von möglichst großen Gebieten des tatsächlichen Geschehens gelingt. Welchen Wert, welche Bedeutung hat denn nun eine solche Zusammenfassung und Voraussagung? Der Wert liegt erstens darin, daß mit Hilfe eines einzigen Gedankens, eines einzigen Prinzips, einer einfachen Formel die Beherrschung eines ausgedehnten und bis dahin nur empirisch gewußten Tatsachenmaterials möglich wird. Wo also früher ein dickes Tabellenwerk etwa über die Bewegung der Gestirne erforderlich war und doch nur unvollkommen eine Extrapolation in die Zukunft, eine Voraussage der künftigen Stellungen gestattete, da hat das Newtonsche Gravitationsgesetz uns eine einfache Formel gegeben, mit deren Hilfe wir nicht nur alle vergangenen, sondern auch alle zukünftigen Stellungen berechnen können. Allerdings nicht mit einer absoluten Genauigkeit, sondern mit einem wahrscheinlichen Fehler, der in dem Maße zunimmt, als die zu untersuchende Zeit vor oder hinter der Gegenwart liegt, aber doch mit einer Genauigkeit, die schon gegenwärtig zur Lösung sehr weitgehender Aufgaben genügt, und die beständig durch die weitere Entwicklung der Wissenschaft gesteigert werden kann. Dasselbe gilt für die anderen genannten Gesetze.

Faßt man das Wesentliche dieser Schilderung von dem Werte wissenschaftlicher Fortschritte zusammen, so erkennt man alsbald, daß es sich wirklich um gar nichts anderes handelt, als daß man Dinge, die man früher mit einem großen Aufwand von Arbeit machen mußte, gegenwärtig mit einem Minimum davon machen kann. Es tritt also als unmittelbare und wesentliche Folge der Entdeckung solcher großer Naturgesetze eben nur eine weitgehende Energieersparnis bei allen Arbeiten an den entsprechenden Problemen ein. Und sogar die Freude, der intellektuelle Genuß, die wir bei dem Kennenlernen und der Handhabung solcher Gesetze empfinden, beruht auf derselben psychischen Ursache, die uns Freude an einem besonders wohlgebauten Automobil oder einem besonders geschickt konstruierten Schreibtisch empfinden läßt. Es wird sich später Gelegenheit finden, bei einer

Übersicht aller entscheidenden Faktoren unseres so überaus verwickelten Kulturlebens den gleichen Gesichtspunkt anzuwenden. Wir können schon jetzt das Ergebnis dieser Untersuchung vorausnehmen, daß tatsächlich jede einzelne Form unserer systematischen Kulturentwicklung ihre Berechtigung und auch ihre Wertstufe durch das Maß erhält, in welchem ihr die Lösung der Aufgabe gelungen ist, eine möglichst große Leistung mit einem möglichst geringen Energieaufwand zu bewerkstelligen.

140. Die Theorie des Glücks. Geht man diesen Gedanken immer weiter nach und fragt immer bestimmter und eindeutiger, wozu denn schließlich diese ganze Kulturentwicklung vorhanden ist, was jeder einzelne Mensch durch seinen Anteil an der gemeinsamen Kulturarbeit bezweckt und welche letzten Ergebnisse die in unseren Tagen mit Riesenschritten sich entwickelnden internationalen Vereinigungen des gesamten Kulturlebens zum Ziele haben, so kommt man zuletzt auf die Frage, wozu der Mensch denn überhaupt lebt und aus welchem Grunde er die mancherlei Unbequemlichkeiten und Leiden dieser Existenz auf sich nimmt und sich nicht von ihnen durch den kurzen Entschluß, aufs Leben zu verzichten, gänzlich befreit. Die Antwort darauf ist, daß zweifellos ganz vorwiegend die Freude am Leben erheblich größer ist als die Summe der Leiden, die man erfahren muß.

Biologisch kann man sich diese Stellungnahme vergegenwärtigen durch die Überlegung, daß alle Lebewesen, bei denen der Gefühlston entgegengesetzt gerichtet sein sollte, die also die Last des Lebens schwerer empfinden als seine Freuden, sich eben ohne weiteres von dieser Last befreien und demgemäß auch diese besondere psychische Disposition nicht auf etwaige Nachkommen zu übertragen Gelegenheit haben würden. Die Fähigkeit, sich glücklich zu fühlen, mit dem Leben nicht nur zufrieden zu sein, sondern an ihm eine positive Freude zu haben, ist somit eine Fähigkeit, welche dem damit ausgestatteten Geschlecht ein Übergewicht im Kampf ums Dasein sichert. So sehen wir, daß schon die natürlichen Lebensbedingungen dahin wirken, daß wir

in uns individuell die Fähigkeit entwickeln müssen, möglichst viel Glück zu empfinden, wie wir auch unser Leben äußerlich so zu gestalten bestrebt sind, um das gleiche Resultat zu erreichen. Es ist also das Glück das Ziel alles menschlichen Strebens und das Glück muß somit auch als Ziel aller Kultur anerkannt werden.

Hier tritt nun ein überaus bemerkenswertes Zusammentreffen ein. Dadurch, daß zwei ganz unabhängig voneinander verfolgte Gedankenlinien an der entscheidenden Stelle in einen und denselben Punkt zusammenlaufen, wird die Sicherheit und Richtigkeit dieser beiden Linien auch nachträglich oder experimentell bewiesen, nachdem dieselben vorher unabhängig voneinander so wissenschaftlich genau wie möglich gezogen waren.

Vor einer Reihe von Jahren, als mir eine wesentliche und durchgreifende Wendung in meinen persönlichen Lebensschicksalen bevorstand, war ich als wissenschaftlicher Mensch vor die Notwendigkeit gestellt worden, mir Klarheit über die Frage zu schaffen, welchen von den damals möglichen Wegen, die sich gegenseitig ausschlossen, ich zu wählen hatte. Und um diese Wahl sachgemäß ausführen zu können, mußte ich zunächst die allgemeine Frage entscheiden, worauf denn überhaupt das Glück beruht, das ich durch meine Wahl anstrebte, von welchen Faktoren es negativ und von welchen positiv beeinflußt wird. Ich will an dieser Stelle die ganze Theorie des Glückes, die ich damals entwickelt hatte,[1]) hier nicht wiederholen, es genügt, wenn ich die Hauptpunkte darlege und wegen der Einzelheiten auf jene Abhandlung zurückverweise. Meine Bemühungen, für den Begriff des Glückes eine bestimmtere und womöglich quantitativ auffaßbare Darstellung zu gewinnen, führten mich zu der Erkenntnis, daß es eine ganze Reihe von Arten des Glückes gibt, als deren äußerste Pole einerseits das Heldenglück, das Glück der dahinstürmenden und siegreichen Jugend, und andererseits das Philisterglück, das Glück des müden, friedlichen Alters, zu bezeichnen

[1]) Die Forderung des Tages, S. 217. 3. Aufl. Leipzig 1911.

sind. Dazwischen finden sich eine unbegrenzte Anzahl von Stufen, welche sich dem einen oder anderen Grenzfall nähern und sich zwischen diese Endwerte einordnen lassen. Die Frage, von welchen Faktoren das Glück abhängt, ließ sich folgendermaßen beantworten. Einerseits wächst das Glück in dem Maße, als die Gesamtenergieausgabe des Lebewesens zunimmt. Wir wissen ja, daß das Glück vorwiegend das Gefühl der Jugend ist, welche mit maximalem Lebenspotential und daher auch mit maximalem energetischen Umsatz ausgestattet ist. Hier ist dieser Glücksfaktor so maßgebend, daß jungen Wesen die bloße Existenz als glückserfüllt erscheint und nur noch das Bedürfnis übrigbleibt, durch Tanzen und Singen und Lachen und sonstige Betätigungen dem Glücksgefühl den entsprechenden Ausdruck zu geben. Auf der anderen Seite gibt es zweifellos Glückszustände, die ungemein stark sind und dennoch nicht mit einer derartigen Betätigung eines Energieüberschusses verbunden sind. Wird man auch mit Recht das Glück des Alters als niedriger und weniger intensiv einschätzen als das der Jugend, so gibt es doch Glücksgefühle, beispielsweise die religiöse und künstlerische Ekstase, für welche erhebliche Energievorräte nicht erforderlich sind, welche im Gegenteil sogar bei geringfügigem Energieumsatz in einem schwachen, durch Fasten und sonstige Selbstkasteiung noch mehr geschwächten Körper sich entwickeln können und dennoch auf den höchsten Stufen der Glücksmöglichkeit stehen. Hieraus mußte ich denn schließen, daß neben dem Gesamtenergieumsatz noch ein anderer Faktor tätig ist. Insbesondere war noch der Umstand zum Ausdruck zu bringen, daß es neben dem wirklichen Glück, welches durch positive Werte der betreffenden Funktion auszudrücken wäre, auch das Unglück, d. h. negative Werte der Glücksfunktion, gibt. Dieser zweite Faktor ergab sich dann aus folgender Überlegung. Nicht alles das, was wir tun, geschieht willensgemäß. Wir müssen einen großen Teil unserer Tätigkeit zwangsmäßig ausführen, teils um durch eine an sich unwillkommene Tätigkeit ein willkommenes positives Resultat zu gewinnen, teils um herandrohende unangenehme oder schädliche bis tödliche Einflüsse durch Anstrengungen

zu beseitigen, die wir ohne solchen Zwang nicht auf uns nehmen würden. Wir können also die gesamte Betätigung, die sich ja als eine Ausgabe und Umwandlung von freier Energie seitens des Organismus darstellt, in einen willensgemäßen und eine willenswidrigen Anteil trennen. Den willensgemäßen Anteil wollen wir dann als positive, den willenswidrigen als negative Größe rechnen; die Summe beider, d. h. die Differenz der absoluten Werte der beiden Energieausgaben, stellt das dar, was wir den willensgemäßen Überschuß nennen wollen. Ist dieser willensgemäße Überschuß positiv, sei es, weil der gesamte Energieumsatz verhältnismäßig groß ist und die Widerstände übertrifft, sei es, weil auch bei mäßigem Energieumsatz durch einen sehr geringen Betrag der Widerstände doch der positive Anteil überwiegt, so ist das Gesamtergebnis eine Glücksempfindung. Ist dagegen der willenswidrige Anteil größer als der willensgemäße, wobei der absolute Betrag beider ebenso wie im ersten Falle groß oder klein sein kann, dann ist die Differenz negativ, und das entsprechende Gefühl ist das des Unglücks.

Um die gemeinsame Wirkung der beiden Faktoren, den (stets positiven) gesamten Energieumsatz und den (positiven oder negativen) willensgemäßen Überschuß dann gemeinsam zum Ausdruck zu bringen, dient, wie aus der Mathematik bekannt ist, als Funktion das Produkt. Man wird also sagen: das Glück wächst und nimmt ab mit dem Werte des Produktes aus dem gesamten Energieaufwand und dem willensgemäßen Überschuß. Der erste Teil ist immer positiv, der zweite kann positiv oder negativ sein, je nachdem die Widerstände kleiner oder größer sind gegenüber der willensgemäßen Energiebetätigung. Damit sind die wesentlichen Faktoren für das Glück gefunden. Wir werden, um glücklich zu sein, einerseits anstreben müssen, daß der gesamte Energieumsatz so groß wie möglich ist. Das ist ein Ausdruck dafür, daß als sicherste Grundlage des Glückes ein gesunder und leistungsfähiger Körper dient, der die Energieumwandlung mit möglichst großem Güteverhältnis bewerkstelligt. Alle Einzelheiten unseres regelmäßigen täglichen Verhaltens sowie unserer ganzen

Lebensgestaltung, welche zur Sicherung und womöglich Steigerung der Gesundheit dienen, werden von uns daher als entscheidende Faktoren für unser Lebensglück in Betracht zu ziehen sein, und die sachgemäße Rücksichtnahme auf diesen Umstand sollte viel mehr, als das bisher unter dem Eindruck gewissen falscher moralischer Vorstellungen üblich war, im Mittelpunkte unserer Handlungen und unserer Motive für die Lebensgestaltung stehen. Im übrigen aber unterliegt dieser Faktor, wie wir ja schon wissen, der bekannten Lebenskurve. Er steigert sich schnell in den jungen Jahren bis zu einem maximalen Wert, der vielleicht in die Lebensspanne zwischen 17 und 23 Jahren zu legen ist, und nachdem er sich einige Zeit ziemlich konstant gehalten hat, nimmt er von dort langsam ab. Je nach dem Maße, als es geglückt ist, den physiologischen Apparat möglichst gesund und leistungsfähig zu erhalten, sinkt er dann schließlich in früherem oder späterem Alter schnell abwärts.

An diesem Faktor läßt sich also nicht viel mehr tun, als daß man seine Schädigungen nach Möglichkeit hintanhält. Auf ihn beziehen sich beispielsweise die überaus interessanten und folgenreichen Forschungen Elias Metschnikoffs. Sie haben das Ziel, durch physiologische Mittel, insbesondere durch die Beeinflussung der Bakterienformen im Darm die Hochhaltung des Lebenspotentials so lange wie möglich zu sichern, indem man die andauernden kleinen Vergiftungen, die der Organismus vom Dickdarm aus erfährt, nach Möglichkeit hintanzuhalten oder ganz zu beseitigen sucht.

Was nun den anderen Faktor anlangt, so gestalten sich die Verhältnisse verschieden, je nachdem der gesamte Energieumsatz sehr groß ist wie in der Jugend oder klein wie im Alter. Ist der Umsatz noch groß, so können erhebliche Widerstände vertragen werden, ohne daß bei dem hohen Wert des positiven Gliedes ein Minuswert entsteht, d. h. die junge, energiekräftige Menschheit vermag große und erhebliche Widerstände zu überwinden, ohne dadurch an ihrem Lebensgefühl und Lebensglück Schaden leiden zu müssen. Man wird also auch bei der allgemeinen Kulturgestaltung

der Jugend solche Arbeiten zu übergeben haben, bei welchen es sich um die Überwindung erheblicher Widerstände handelt. Dieser Gedanke ist sehr folgenreich und zeigt schon bei dem ersten Versuch seiner Anwendung weitgreifende Möglichkeiten, unsere jetzige Lebensgestaltung der Kulturwelt wesentlich zu verbessern. Man sollte nämlich die heranwachsende Generation in viel jüngerem Lebensalter zu entscheidender Betätigung auf allen Gebieten der Kultur heranziehen, und würde dadurch so erhebliche Folgen erzielen, daß ich mir versagen muß, auf Einzelheiten dieser Perspektive irgendwie einzugehen.

Nimmt in späterem Alter der gesamte Energieumsatz ab, so kann ein Glück nur dadurch erzielt werden, daß man den willenswidrigen Anteil so klein wie möglich gestaltet. Dafür gibt es eine große Mannigfaltigkeit von Mitteln, die man grundsätzlich in innere und äußere unterscheiden kann. Indem man das eigene Denken und Empfinden vorwiegend auf solche Objekte richtet, deren Betätigung und Erhaltung nicht von äußeren Faktoren abhängig ist, sondern subjektiv bestimmt wird, indem man also mit anderen Worten die Freude und das Interesse an seinem eigenen Innenleben nach Möglichkeit steigert, gewinnt man eine solche Disposition des Geistes, welche die unvermeidlichen und stets vorhandenen Lebenswiderstände als klein einschätzt und ihnen daher nur einen geringen Einfluß auf die Verminderung des gesamten Glücksgefühls gewährt. Der andere Weg besteht darin, daß man die äußeren Bedingungen tunlichst so gestaltet, daß Widerstände ferngehalten werden. Als souveränes Mittel für diesen Zweck dient die Verfügung über Geld, welches die gegenwärtig konzentrierteste und umwandlungsfähigste Form der nutzbaren Energie darstellt. Es ist allerdings nur zum Teil reelle Energie, zum anderen Teil bedeutet es ein Austauschsymbol, das nur durch die allgemeine Anerkennung seinen Wert besitzt und behält. Dieser zweite Weg ist für einen weniger kultivierten Verstand einleuchtender und begreiflicher, und so sehen wir, daß tatsächlich mit ganz geringen Ausnahmen die Mehrheit der Menschen sich dieses Hilfsmittel zur Verminderung der Widerstände zu verschaffen sucht, daß der

allergrößte Teil der menschlichen Betätigung auf die Gewinnung von möglicht großen Geldbeträgen gerichtet ist, die dann in dem angegebenen Sinne Verwendung finden sollen. Ja, vielfach geht die Einsicht verloren, daß Geld nur ein Mittel zur Gewinnung von positiven Genüssen und zur Beseitigung von Widerständen ist. Es nimmt die Willensrichtung auf die Erwerbung dieses Hilfsmittels allmählich so überwiegend von dem Bewußtsein Besitz, daß der damit Behaftete überhaupt nicht auf die Idee kommt, das mit aller Anstrengung erworbene Mittel denn auch für seinen eigentlichen Zweck tatsächlich zu benutzen.

Versagen alle Wege, den Energieaufwand zur Überwindung der Widerstände kleiner als den willensgemäßen Anteil zu machen, so tritt Unglück ein. Doch auch hier hat der Glückshunger der Menschheit noch einen Ausweg gefunden. Wird nämlich das Gefühl für den willenswidrigen Anteil vermindert oder aufgehoben, so kann das Negativwerden der Differenz doch vermieden werden. Hierfür sorgen die verschiedenen Religionen, welche derartige Erlebnisse als wohltätige Prüfungen oder Vorbereitungen zum ewigen Heil auffassen lehren. Verwandt ist die Wirkung von Opium und Alkohol, welche gleichfalls das Gefühl für die Widerstände des Lebens vermindern oder aufheben.

Wir brauchen nach diesen allgemeinen Hinweisen auf die Einzelheiten der Anwendung der Theorie des Glückes nicht einzugehen. Ich habe mich davon überzeugen können, daß auch andere Personen, nachdem sie diese Grundsätze begriffen hatten, an ihren eigenen Glückserlebnissen eine durchgängige Bestätigung der Theorie konstatiert haben. Ich bin also nicht darauf angewiesen, meinen eigenen Fall, bei welchem ich gleichfalls sehr erhebliche positive Resultate durch die Anwendung der „Glücksformel“ zu verzeichnen habe, als einzige Bestätigung für die Richtigkeit der Theorie anzuführen.

Nimmt man also nach dem Gesagten an, daß die eben entwickelte Theorie, wenn auch vielleicht nicht die ganze Theorie des Glückes, so doch die eines erheblichen Anteils der möglichen Glücksfälle umfaßt, so wird man sich fragen: in welchem Ver-

hältnis steht denn diese Theorie zu jener ganz allgemeinen Tendenz alles organischen und daher auch alles menschlichen Tuns auf die Verbesserung des energetischen Güteverhältnisses? Die Antwort ist so einfach wie überraschend: die Glücksformel drückt gar nichts weiter aus als eben diese Tendenz nach dem höchsten Güteverhältnis für die vom Menschen für seine Zwecke betätigten Energien. Denn der willkürlich veränderliche Teil in der Glücksformel war ja jener zweite Faktor, der willensgemäße Überschuß oder die Differenz zwischen den willensgemäßen und den willenswidrig betätigten Energien. Daß die energetischen Aufwendungen, welche man bloß dazu machen muß, um dies oder jenes Willensgemäße zu erreichen, als willenswidrig empfunden werden, und daß man diese Aufwendungen so gering wie möglich zu machen hat, um ein Maximum von Glück zu erreichen, haben wir eben gesehen. Die gleichen Bedingungen sind aber der Ausdruck dafür, daß man das höchstmögliche technisch-energetische Güteverhältnis bei der Transformation der Energien erreicht. So finden wir, daß die technisch-energetisch günstigste Lebensgestaltung, welche das beste Transformationsverhältnis der Rohenergie in die Zweckformen ergibt, tatsächlich auch die Lösung des Problems ergibt, das eigene Leben so glücksvoll und reich wie möglich zu gestalten. Man ist auf den ersten Augenblick überrascht, daß zwei so verschiedenartige Dinge durch die gleiche Formel sollen ausgedrückt werden können. Kommt man aber auf die vorher gemachten Überlegungen zurück, nach welchen solche Lebewesen, für welche das Leben selbst in möglichst hohem Maße eine erfreuliche Erscheinung ist, auch die beste Aussicht auf die Übertragung dieser Eigenschaft auf die Nachkommen haben, daß also im Sinne der Auslesetheorie allmählich die Lebewesen mit derartig entwickelten Gefühlen vorherrschen müssen, so erkennt man den Zusammenhang alsbald. Einerseits sind diejenigen Lebewesen am besten begünstigt, welche die beste energetische Transformation durch die Entwicklung und Koordination ihrer Organe durchführen, andererseits sind die Lebewesen am besten begünstigt, bei denen diese Lebensbetätigung so viel wie möglich mit freudigen

und glücklichen Empfindungen verbunden ist. Diese beiden Linien der Konzentration bestimmter Eigenschaften laufen also auf denselben Punkt hinaus und daher ist es nicht nur nicht überraschend, sondern erweist sich sogar als eine Notwendigkeit vom wissenschaftlichen Gesichtspunkte aus, daß in diesem gemeinsamen Punkte die Formel des Glückes mit der Formel des energetischen Imperativs sich identisch erweist.

141. Kulturwissenschaft oder Soziologie? Um den Nachweis zu führen, daß der energetische Imperativ oder die Erzielung des besten Güteverhältnisses bei der Transformation der Rohenergien das Leitmotiv für alle und jede Gestaltung im ganzen Gebiete der Kultur ist, müßten wir Punkt für Punkt die einzelnen Elemente des kulturellen Daseins durchnehmen. Wir würden dann tatsächlich in jedem Fall erkennen, daß die möglichste Vermeidung der Energiedissipation die allgemeine Richtlinie gibt, nach welcher diese Kulturelemente sich jederzeit, wenn auch unter Schwankungen, entwickelt haben. In einem gewissen Umfange ist diese Arbeit bereits von mir in meinem vor drei Jahren erschienenen Buche: Die energetischen Grundlagen der Kulturwissenschaft[1]) durchgeführt worden und ich kann auf die dort gegebenen Darlegungen hinweisen. Allerdings habe ich mich auch dort nur mit einer allgemeinen Erörterung der vorhandenen Verhältnisse begnügen müssen, weil ja die detaillierte Bearbeitung jedes einzelnen der hier auftretenden Probleme von Recht und Wirtschaft, von staatlicher Organisation und Wissenschaftsentwicklung, von Nationalismus und Internationalismus je ein ausführliches Werk erfordern würde, falls man in sämtliche Einzelheiten dieser Bildungen unter der Leuchte des energetischen Imperativs hineinblicken wollte. Aber das Verfahren für die Anwendung dieses Gesichtspunktes ergibt sich so leicht und sicher aus der Durcharbeitung einiger weniger grundsätzlicher Fälle, daß es wohl ganz gut einer zukünftigen Spezialarbeit (die ich schwerlich in der Lage sein werde zu leisten) überlassen bleiben mag, diesen Nach-

[1]) Leipzig, W. Klinkhardt, 1909.

weis einzeln durchzuführen. Zweifellos wird eine solche Arbeit in jedem dieser Gebiete von umwälzender Bedeutung sein. Schon aus dem Grunde, weil bisher der energetische Gesichtspunkt in dem ganzen Gebiete der Kulturwissenschaft nur wenig zur Anwendung gekommen ist und in den bisherigen Anwendungen überall sich nur auf die Herausarbeitung der größten und allgemeinsten Richtlinien beschränkt hat. Der eigentliche und höchste Wert aber des energetischen Imperativs zeigt sich erst, wenn man diese allgemeine Arbeitsregel auf praktische Fälle aller Art anwendet und sie zur Entscheidung vorliegender konkreter Probleme benutzt. Dann erst sieht man, in welch erstaunlichem Maße schwierige Fragen, bei denen ein mannigfaltiges Hin und Wider von Argumenten die Entscheidung um so unsicherer zu machen scheint, je sorgfältiger man sich in das Problem vertieft, in eindeutiger und einfachster Weise durch die Anwendung jenes Prinzips gelöst werden. Es wird sich später von Zeit zu Zeit Gelegenheit zu derartigen ganz konkreten Darlegungen bieten; sie werden aber erst dadurch das richtige Verhältnis zueinander und zu den Grundlinien bekommen, wenn wir diese letzteren im Lichte des Dissipationsprinzips festgelegt haben.

Die Kulturwissenschaft oder Kulturologie führt gegenwärtig fast ausschließlich den Namen Soziologie, der in gewisser Beziehung zu weit und in anderer wieder zu eng ist. Soziologie oder Gesellschaftslehre umfaßt (wie dies beispielsweise in einzelnen grundsätzlichen Darstellungen dieser Wissenschaft auch tatsächlich durchgeführt worden ist) die Gesamtheit aller Erscheinungen, wo ein räumliches Nebeneinandersein von gleichartigen oder ähnlichen Wesen besteht. Hält man sich genau an diese allgemeinste Definition, so müßte man mit einer Soziologie im anorganischen Gebiete anfangen, wo etwa ein Massengebirge oder ein Flußsystem oder auch die Erfüllung irgendeines Gesteins mit Kristallen einer und derselben Art als Gesellschaftserscheinung betrachtet und erörtert werden müßte. Ebenso wird in dem ganzen Gebiete des organischen Lebens, bei den Pflanzen ebenso wie bei den Tieren, durch die bloße Tatsache der Fortpflanzung, durch den Umstand,

daß die Kinder von gleichartigen Eltern erzeugt werden, von vornherein eine nahe räumliche Beziehung bedingt, die sich dann sachgemäß bei weiterer Fortpflanzung immer mehr befestigt und verdichtet. Die Vergesellschaftserscheinung muß insofern als eine ganz unvermeidliche und notwendige Begleiterscheinung alles Lebens aufgefaßt werden. So ist indessen der Name Soziologie nicht gemeint. Sondern man versteht unter ihm doch nur diejenigen Erscheinungen, welche größere Gruppen von gleichartigen Menschen: Stämme, Völker, Reiche infolge ihres räumlichen Nebeneinanders durch, mit und für einander betätigen. Da nun allerdings die erheblicheren Kulturgüter bis zu den allerhöchsten hinauf gegenwärtig fast ausschließlich auf dem Zusammenwirken vieler Menschen beruhen und da demgemäß die Vergesellschaftung sich als einer der wirksamsten und verbreitetsten Faktoren für die menschliche Kultur erweist, ist auch der Name Soziologie für die Kulturwissenschaft wenigstens einigermaßen gerechtfertigt. Aber ebenso wie er sich als zu weit erwies, weil Vergesellschaftung auch in anderen Gebieten des Anorganischen wie Organischen vorkommt, erweist er sich insofern zu eng, als die Vergesellschaftung zwar einer der allerwichtigsten und wirksamsten Faktoren für die Entwicklung der Kultur ist, aber doch schließlich nicht der einzige Faktor. Die ausschließliche Hervorhebung eines Faktors bringt aber immer eine unzweckmäßige und zum Teil sogar in die Irre führende Auffassung des ganzen Problems mit sich.

Die richtige, d. h. zweckmäßigste Auffassung findet man am leichtesten, wenn man den pyramidalen Aufbau der Wissenschaften in Betracht zieht. Bekanntlich ist Comte, der Begründer der wissenschaftlichen Soziologie, auf die Idee, daß es hier eine besondere Wissenschaft geben müßte, gerade durch das systematische Überdenken seines Aufbaues der Wissenschaften gelangt. Diese Überlegungen, die in neuerer Zeit vermannigfaltigt und vervollkommnet worden sind, ergeben die Stufenfolge der Wissenschaften als begründet auf der zunehmenden Mannigfaltigkeit des Begriffsinhaltes und der entsprechenden Abnahme des Begriffsumfanges. Während noch die Biologie mit sämtlichen

Lebenserscheinungen und die Psychologie[1]) mit denjenigen Lebenserscheinungen zu tun hat, die sich aus der Verbindung der getrennten Einzelorgane durch ein Nervensystem und weiterhin durch ein Zentralorgan zu gemeinsamer sachgemäßer Wirkung ergeben, ist der Umfang der Kulturwissenschaft noch enger geworden. Er beschränkt sich auf die Betätigungen der Menschen und zwar nicht auf ihre physiologischen und psychologischen, die den entsprechenden allgemeineren Gebieten angehören, sondern auf jene besonderen Betätigungen, welche die Menschenrasse über alle anderen Lebewesen hervorgehoben haben. Diese besondere Betätigung nennen wir eben Kultur und nicht Vergesellschaftung, denn die Vergesellschaftung findet sich ja bei vielen niederen Organismen.

Hieraus erkennen wir, daß wir in der Tat den Begriff der Kultur und die zugehörige Wissenschaft auf das zu beschränken haben, was die Menschen Besonderes allen Tieren gegenüber besitzen und leisten. Als allgemeinste Beschaffenheit dieses Sonderbesitzes haben wir einerseits die Beherrschung verhältnismäßig viel größerer Energiemengen erkannt und andererseits die Fähigkeit, die so in menschlichen Besitz genommenen Rohenergien in zweckmäßigster Weise, d. h. mit dem besten Transformationsverhältnis in die für menschliche Zwecke geeigneten Energieformen umzuwandeln. Wir sehen hier den Ring der Begriffe sich wiederum schließen, denn wir werden durch diese systematische Betrachtung auf genau dieselbe Definition der Kultur geführt, welche wir bereits am Anfang grundsätzlich festgelegt haben. Die energetische Seite der menschlichen Betätigung erweist sich auch von diesem Gesichtspunkt als der entscheidende Maßstab für das Vorhandensein und den Wert der Kultur.

Gewisse allgemeine Seiten des Kulturprozesses haben wir bereits bei Gelegenheit der psychologischen Untersuchung kennen gelernt. Insbesondere die Sammlung und Aufbewahrung der Erfahrungen früherer Geschlechter für den Zweck einer sicheren Voraus-

[1]) Die Psychologie ist von Comte der Biologie zugerechnet worden.

sicht und dadurch Beherrschung unserer persönlichen Zukunft, mit anderen Worten die Bildung der Wissenschaft erkennen wir als eine ganz und gar durch das Hilfsmittel der Gesellschaft bewerkstelligte Leistung, also ein spezifisches Vervollkommnungsprodukt der Sozialisierung, der Vereinigung vieler Menschen zu gleichem Zweck. Überall, wo sich menschliche Gesellschaften bilden und entwickeln, finden wir dann den gleichen Doppelvorgang auf verschiedene Individuen ausgeteilt wieder, den wir früher bei dem Einzelwesen in seinem Aufstieg von der unentwickeltsten primären Form bis zum komplizierten Gebilde des menschlichen Organismus beobachtet haben, nämlich die Sonderung der Funktionen und ihre Ausführung durch besonders entwickelte Organe einerseits und die Verbindung der in dieser Weise individuell entwickelten Organe durch ein entsprechendes Nervensystem und Zentralorgan andererseits. Bei der menschlichen Gesellschaft macht sich diese Austeilung und Verbindung der Funktionen in der Form geltend, daß die verschiedenen Mitglieder einer Gemeinschaft in derselben Weise ihre Tätigkeit unter Absonderung aus der allgemeinen durchschnittlichen Tätigkeit der unentwickelteren Stufen immer mehr und mehr vervollkommnen und dadurch insgesamt die vorhandenen Aufgaben besser lösen, als es vorher möglich war. Der primitive Mensch muß ja nicht nur seine sämtlichen Geräte, seine Hütte usw. fertigen, sondern er muß auch für die Gewinnung, Zubereitung und Aufbewahrung der Nahrung sorgen. Und die Entwicklung aus dieser primitiven Form besteht dann wesentlich darin, daß sich einzelne Personen finden, welche einzelne dieser Funktionen mit besonderer Vollkommenheit ausführen und darüber die anderen vernachlässigen. Sie liefern das, was sie besser leisten können als alle anderen, zum Nutzen der Gemeinschaft ab und gewinnen dadurch den Anspruch, von den anderen Mitgliedern der Gemeinschaft, welche die anderen Funktionen übernommen haben, wiederum ihren Anteil zu erhalten, um ihr persönliches Leben durchführen zu können. Die Verbindung ihrerseits wird durch das dargestellt, was wir Horde, Stamm, Staat nennen. Keines dieser Gebilde ist möglich, ohne

daß die verbindende Tätigkeit von Einzelnen besonders übernommen wird.

142. Gesellschaft und Lebewesen. Die allgemeine Kulturentwicklung der Gesellschaft geht in dieser wichtigen Beziehung vollkommen parallel der phylogenetischen Entwicklung der tierischen Spezies. Da es sich in beiden Fällen um die gleiche fundamentale Erscheinung handelt, nämlich um die Steigerung des energetischen Güteverhältnisses durch Austeilung und Verbindung der Funktionen, so erklärt sich die große Ähnlichkeit, welche die Forscher von jeher zwischen den Erscheinungen der Organismen und denen der menschlichen Gesellschaft gefunden haben. Wir entnehmen dieser Bestimmung aber auch, wie weit diese Ähnlichkeit reell ist und wo sie eine bloß äußere Analogie zu werden beginnt. Alles, was die Funktionssteigerung durch Spezialisierung und Verbindung anlangt, wird beim einzelnen Organismus wie bei der menschlichen Gesellschaft übereinstimmend sein, hier ist die Ähnlichkeit reell. Alles aber, was bei dem Einzelorganismus sich den verschiedenen Energiebetätigungen gemäß spezifisch angepaßt hat, wird durchaus nicht einen unmittelbaren Vergleich mit irgendwie entsprechenden Organen der Gesellschaft gestatten. Ein jedes Lebewesen, das den Verhältnissen auf der Erde angepaßt ist, wo die Sonnenstrahlung die entscheidende Energieart ist und wo die optischen Wirkungen der einzelnen Objekte die reichste und mannigfaltigste Kenntnis von ihrem Vorhandensein und ihrem Verhalten gewähren, wird notwendig ein Auge ausbilden, und die Vollkommenheit dieses optischen Apparates trägt nicht wenig zur gesamten geistigen Entwicklung der betreffenden Spezies bei. Ein „Auge der Menschheit", ein „soziales Auge" ist dagegen nur im übertragenen Sinne denkbar. Bei dieser Übertragung wären mindestens ebenso viel Ähnlichkeiten wie Unterschiede vorhanden, sie ist also nicht fördernd und aufklärend, sondern im besten Fall ein geistiges Spiel. Ebensowenig wird man mehr als oberflächliche Analogien bei den übrigen physiologischen Organen der Lebewesen und etwa ähnlichen Gebilden der Gesellschaft feststellen können. Alle diese ins einzelne gehen-

den Parallelen sind gegenstandslos, weil ihnen keine energetische Übereinstimmung der Aufgaben zugrunde liegt. Dagegen wird die Parallele zwischen dem Nervensystem und dem Zentralorgan der Lebewesen und den entsprechenden Verkehrsmitteln in der Gesellschaft allerdings über die bloße Analogie herausgehen. Denn die Spezialisierung der Funktionen an die einzelnen Individuen innerhalb der Gesellschaft (in späteren Entwicklungsstadien an einzelne Klassen der Gesellschaft) setzt mit Notwendigkeit auch einen Apparat voraus, durch welchen diese getrennten Funktionen wieder im Interesse der Gesamtheit vereinheitlicht und harmonisiert werden. Denn dies ist eine allgemeine energetische Bedingung, die durch den energetischen Imperativ der Gesellschaft ebenso wie dem Individuum auferlegt ist, und deshalb werden wir auch mit der größten Bestimmtheit, da die Funktionsteilung bei der Gesellschaft nachgewiesen ist, auch nach den Organen der Funktionsverbindung und der organischen Koordination der individuellen Funktionäre zu suchen haben. Diese Erledigung einer vielumstrittenen und bis heute als unentschieden angesehenen Frage kann uns überzeugen, daß auch hier die energetische Betrachtung weiter führt und sicherere Resultate gibt, als es die bisherigen Denkmittel vermochten.

Wenden wir diesen Gesichtspunkt auf die primitiven Entwicklungsstadien der Menschheit an, so werden wir erwarten, daß überall, wo eine Horde, eine Gruppe von einigen Dutzend bis einigen hundert Menschen, die durch Verwandtschaftsbande entstanden ist, zusammenbleibt, sie dies nur durch einen Führer ermöglichen kann, in dessen Händen und Kopf die allgemeinen Aufgaben zusammenlaufen, deren Erfüllung nicht mehr von dem einzelnen Individuum, sondern nur durch das Zusammenarbeiten der Gesamtheit gesichert werden kann. Die rationelle Austeilung der Funktionen, die Durchsetzung der Notwendigkeit, daß jedes einzelne Geschäft im richtigen Verhältnis zu den Bedürfnissen der Gesamtheit geschieht, ferner namentlich die wirksame Organisation der verschiedenen Willensrichtungen und Willensbetätigungen in besonders wichtigen Fällen, beispielsweise beim Kampfe

mit feindlichen benachbarten Gruppen, setzt mit Notwendigkeit ein Zentralorgan voraus. So erweist sich das Gehorchen als eine notwendige soziale Eigenschaft, welche die Mitglieder einer jeden Gemeinschaft sich aneignen müssen. Sie geht offenbar über die Eigenschaften hinaus, welche das einzelne Individuum für eine Sonderexistenz, die noch nicht auf die Mitarbeit einer Gesellschaft gestützt ist, entwickeln muß.

Damit aber diese Übertragung des zentralen Willens auf die einzelnen Individuen möglich wird, ist vorher eine Verständigung von Kopf zu Kopf notwendig. Es ist mit anderen Worten ein System von gegenseitigen Beeinflussungsmöglichkeiten zu entwickeln, das dem Nervensystem der Organismen entspricht. Als erstes derartiges Hilfsmittel haben wir bereits die Sprache erkannt. Wir sehen deutlich, daß jede Sozialisierung der Menschen die Ausbildung einer primitiven Sprache voraussetzt, d. h. eines wenn auch noch so einfachen Hilfsmittels, um bestimmte Gedanken von einem Kopf in den anderen zu übertragen und so ein übereinstimmendes Denken in einer größeren Gruppe zu erwecken.

An die gewöhnliche Sprache schließen sich dann die weiterreichenden Verständigungsmittel, Trommeln und andere primitive Musikinstrumente, Feldzeichen, Fahnen und derartiges, was sich ausbildet, um die individuellen Bestandteile der Gruppe zusammenzuhalten und zu gemeinsamer Willensbetätigung zu führen.

143. Der gegenwärtige Organisationsgrad der Menschheit. In solcher Weise haben sich dann im Laufe einer vieltausendjährigen Geschichte größere und größere Organisationen gebildet. Der Prozeß kann nicht enden, bevor die ganze Menschheit zu einer Einheit verbunden ist. Gegenwärtig ist der Vorgang noch bei weitem nicht durchgeführt, denn die Menschen zerfallen noch in eine Anzahl von Gruppen, welche als Staaten, jede für sich organisiert sind und im großen und ganzen gleichsprachige Mitbürger umfassen. Indessen ist die staatliche Ordnung als Überrest früherer Rechts- und Machtverhältnisse ziemlich erheblich verschieden von der sprachlichen Ordnung und auch sonst

machen sich die Willkürlichkeiten der gegenwärtigen Staateneinteilung vielfach peinlich und störend geltend. Denn die älteren Ursachen der staatlichen Gruppierung waren nicht maßgebend beeinflußt durch die sozialen und kulturellen Bedürfnisse der Völker und widersprechen ihnen daher vielfach. Die gegenwärtige Staatenbildung ist teilweise nur ein Restprodukt persönlicher Interessen der herrschenden Familien, welche die natürlichen oder kulturellen Beziehungen vielfach in Unordnung gebracht haben. Deren Beseitigung liegt in erster Linie im Interesse jener Familien selbst, da die Menschheit auf die Dauer eine Beeinträchtigung ihrer Kulturaufgaben durch solch verhältnismäßig geringfügige Rücksichten nicht wird ertragen wollen.

Nun hat sich in unserer Zeit eine außerordentlich schnelle und weitgehende Entwicklung des Verkehrswesens wesentlich auf Grund ökonomischer und kommerzieller Bedürfnisse herausgebildet. Dadurch ist ein Netz von tiefgehenden und schwerwiegenden Beziehungen zwischen den Völkern des ganzen Erdbodens entstanden, das gegenwärtig alle auch nur einigermaßen kultivierten Menschen der Erde zu einer großen Einheit zusammenbindet. Durch die enorme Entwicklung der technischen Verkehrshilfsmittel, insbesondere der Dampfmaschine und der Elektrotechnik, ist die Menschheit gegenwärtig gleichsam auf einen Bruchteil ihres früheren Raumes zusammengerückt worden. So entstehen die mannigfaltigsten Beziehungen zwischen den Angehörigen verschiedener Staaten, verschiedener Sprachgemeinschaften und anderer Gruppen, die sich bisher so gut wie völlig unabhängig voneinander entwickelt hatten. Es ist, um einen vielfach benutzten Vergleich zu wiederholen, mit der Menschheit so gegangen, wie es mit der Inselbildung beim Auftauchen eines mannigfaltig gestalteten Untergrundes aus dem Ozean vor sich geht. Anfangs ragen nur die allerhöchsten Spitzen hervor, haben nur die allerbegabtesten Völker eine für sich bestehende Kultur entwickelt. Und zwar hat diese Entwicklung an verschiedenen Stellen der Erde ganz unabhängig stattgefunden, weil ein Verkehr von einer dieser Inseln zu den anderen zunächst gar nicht, später nur in geringem Maße bestand.

Im Laufe der Zeit aber sind diese Inseln zahlreicher geworden, sie sind näher aneinander gerückt und viele von ihnen sind durch das Auftauchen des Zwischenlandes, nachdem sie vorher getrennt gewesen waren, zu einer Einheit geworden. Die letzte Entwicklung des Verkehrswesens endlich hat in unseren Tagen die ganze Oberfläche der Erde zu solch einer Einheit gemacht und dadurch eine Anzahl von Problemen geschaffen, an die man noch vor hundert Jahren auch nicht entfernt denken konnte.

Es ist nämlich gegenwärtig unbedingt und dringend notwendig geworden, die gesamte Bevölkerung der Erde zu einer großen wirtschaftlichen, technischen und wissenschaftlichen Einheit zu organisieren. Diesem Problem steht die Schwierigkeit entgegen, daß die einzelnen Organisationsformen und -mittel, wie sie sich lokal auf den Kulturinseln ausgebildet haben, so voneinander verschieden sind und daher einen unmittelbaren gegenseitigen Anschluß nicht gestatten.

So sind Sprache, Geld, Maßeinheiten, politische Verfassung, Recht, Sitte usw. auf den isoliert entstandenen Kulturinseln verschieden ausgebildet worden, und jede hat ihre Wirkung nur auf ihrer besonderen Insel gehabt. Das hat nichts geschadet, solange eben diese Inseln voneinander getrennt waren; denn es war kein Bedürfnis vorhanden, die betreffenden Kulturmittel aneinander zu schließen und aufeinander zu beziehen. Gegenwärtig, wo die Brücken des Verkehrs zwischen all diesen Inseln geschlagen worden sind und es sich nur mehr um ein Mehr oder Minder des Verkehrs, nicht aber um einen vollständigen Abschluß von demselben handeln kann, tritt dies neue Problem der Vereinheitlichung aller Kulturmittel mit zwingender Gewalt in die Erscheinung. Ein Verkehr zwischen den verschiedenen Gruppen, die z. B. verschiedene Sprachen sprechen, ist nur durch Vermittlung von Dolmetschern, d. h. von einzelnen Individuen möglich, welche beide Sprachen kennen, und wird dadurch außerordentlich gehemmt. Ein wirtschaftlicher und Warenverkehr setzt eine gleichartige Einheit für die Werte, d. h. ein gleiches Geld voraus, ebenso wie gleiche Maß- und Gewichtseinheiten für die gehandel-

ten Güter. Erhebliche Verschiedenheiten der politischen Verfassung wirken ebenfalls verkehrshemmend, wie man beispielsweise beim Überschreiten der russischen Grenze erkennen kann, wo die bis vor kurzem theoretisch und gegenwärtig auch immer noch praktisch herrschende absolute Monarchie sich gegen den Import fortgeschrittener Ideen aus dem Westen durch eine strenge Handhabung des Paßwesens vergeblich zu schützen sucht. Ebenso verlangt die Ausdehnung des wirtschaftlichen Verkehrs für die ganze Erde eine Ausgleichung der verschiedenen Rechtsanschauungen, damit Verpflichtungen, die an der einen Stelle eingegangen werden, an der anderen Stelle Gültigkeit haben. Ein Ausdruck für dieses Bedürfnis ist die gerade in diesen Tagen zusammengekommene internationale Versammlung zur Vereinheitlichung des Wechsel- und Scheckrechtes. In gleicher Weise ließen sich noch zahllose andere Bedürfnisse angeben, welche sämtlich erst dadurch entstanden sind, daß die bisherigen Kulturinseln miteinander in Verbindung getreten sind und daher der Vereinheitlichung aller Verkehrsmittel über die ganze Gemeinschaft bedürfen.

144. Theorie der Verkehrsmittel. Die Aufgaben, welche für die Organisation der Menschheit zu lösen sind, erweisen sich als in hohem Maße übereinstimmend auf den allerverschiedensten Gebieten. Ob es sich um die Einführung einer internationalen Hilfssprache auf der ganzen Welt oder eines Telephonnetzes innerhalb einer Stadt handelt, ob die Organisation des Marktverkehrs oder die der geistigen Produktion durchgeführt werden soll, immer kommt es auf eine Anzahl einfacher und grundsätzlicher Beziehungen heraus, die man nur ein für allemal festzustellen hat, um dann in der Lage zu sein, die generelle Theorie des Verkehrs auf jeden einzelnen Verkehrsfall sachgemäß anwenden zu können. Diese grundlegenden Verhältnisse werden am besten an einem einfachen Beispiel erkannt werden, als welches ich den Markt wähle. Ein Markt ist nicht erforderlich, solange die ganze Wirtschaft auf den einzelnen Hof beschränkt ist. Wir finden sowohl in der Geschichte wie in dem Studium der primitiven Rassen unserer Zeit die Beispiele für diese Art der Existenz, wo alles für das Leben

Erforderliche in dem engen Kreise der Familie gewonnen und verbraucht wird, und daher ein Bedürfnis, über diesen Kreis hinauszugehen, also ein Bedürfnis nach Verkehr nicht vorhanden ist. Früher oder später zeigt sich indessen, daß gewisse Objekte: Geräte, Pfeilspitzen, Messer und dergleichen zu Hause nicht wunschgemäß erzeugt werden können, daß man sie anderswoher besser beziehen kann. Es bilden sich dann die allerprimitivsten Formen des Handels aus, wonach jemand, der solche allgemein verlangte Dinge zu verkaufen hat, mit diesen von Ort zu Ort zieht, um sie anzubieten. Zuerst ist es der Hersteller selbst, später nach dem Prinzip der Funktionsteilung eine Mittelsperson, der Kaufmann. Dieser primitivste Hausierhandel zeigt noch gegenwärtig einige überlebende Formen, die nicht nur auf Gebiete niederer Kultur beschränkt blieben, sondern auch nach bestimmten Richtungen selbst in unseren Verkehrszentren, den Hauptstädten, zur Deckung gewisser Bedürfnisse lebendig sind. Aber diese Form genügt sehr bald nicht, weil der Käufer darauf warten muß, wann es dem Händler gefällig oder möglich ist, mit den Waren zu ihm zu kommen. Es entsteht demgemäß das Bedürfnis eines stetigeren Verkehrs zwischen Produzenten und Abnehmern, insbesondere dadurch, daß im allgemeinen jeder Produzent auch Abnehmer ist und umgekehrt, weil ja ein Kaufen ohne die Hergabe von eigenen, über das persönliche Bedürfnis hinaus produzierten Gütern nicht möglich ist.

Denken wir uns nun eine bestimmte Anzahl solcher einzelner wirtschaftlicher Inseln, die miteinander in Verkehr treten wollen. Die Insel A hat dann für diesen Zweck zur Insel B einen Weg anzulegen und dieser dient sowohl für den Verkehr von A nach B wie für den von B nach A. Tritt ein dritter Genosse C zu diesem Verkehr hinzu, so hat C sowohl einen Weg nach A wie einen Weg nach B anzulegen, um die allseitige Verbindung sämtlicher Angeschlossenen zu ermöglichen. Ein vierter Genosse D hat drei Wege zu den drei bereits vorhandenen Genossen anzulegen und in gleicher Weise hat, wenn zu n Genossen noch einer hinzutritt, dieser Hinzutretende n Wege anzulegen, um

den vollständigen Verkehr durchzuführen. Das gibt, wenn man die Beziehung mathematisch ausdrückt, eine Summe von $\frac{1}{2}n\,(n-1)$ Wegen, welche hergestellt werden müssen. Der Faktor $\frac{1}{2}$ kommt in die Formel hinein, weil ein Weg, der von A nach B führt, auch für den Verkehr von B nach A brauchbar ist. Die Anzahl der Wege wächst nach dieser Formel fast im Verhältnis des Quadrats der Teilnehmer, wird also bei einer einigermaßen anwachsenden Anzahl von Teilnehmern sehr bald unerschwinglich groß.

Nun macht man die Erfindung, daß man eine große Zahl der Wege sparen kann, wenn man eine scheinbar verwickeltere Einrichtung trifft. Wenn man nämlich einen gemeinsamen Ort M bestimmt, auf dem der Handelsverkehr stattfinden soll, so braucht jeder einzelne Teilnehmer nur einen einzigen Weg, nämlich den nach M hin anzulegen, um dadurch die Möglichkeit zu gewinnen, mit allen anderen zu verkehren. Während also die Methode der Verbindung jedes einzelnen mit jedem anderen mit dem Quadrat der Teilnehmerzahl zunahm, wächst hier die Zahl der Wege nur proportional der Teilnehmerzahl, was um so stärker ins Gewicht fällt, je größer die Anzahl der Teilnehmer ist. Ferner hat jeder neue Teilnehmer nur einen Weg anzulegen, während nach dem früheren System der Eintretende soviel Wege herstellen mußte, als Teilnehmer bereits vorhanden waren.

Man erkennt, daß dieselbe Überlegung auch beispielsweise maßgebend ist für die Verbindung einer Gruppe von Teilnehmern, welche miteinander telephonisch verkehren wollen. Solange es sich um einige wenige Teilnehmer handelt, wird jeder mit jedem anderen durch einen Draht verbunden. Sobald die Zahl der Teilnehmer aber einigermaßen erheblich wird, ist diese Methode weitaus zu kostspielig und wird gleichfalls durch das Verfahren der Zentrale ersetzt.

Um gleich an einem anderen Beispiele zu zeigen, wie heterogene Dinge unter dieselbe Betrachtungsweise fallen, sei an das Problem der internationalen Hilfssprache erinnert. Solange das gegenwärtige irrationelle System der Beibehaltung aller nationalen Sprachen besteht, hat jeder, der mit Personen verkehren will,

welche andere Sprachen sprechen, die entsprechenden Sprachen zu lernen. Und zwar tritt hier der noch kostspieligere Fall auf, daß, wenn B die Sprache von A gelernt hat, zwar dadurch ein Mittel besteht, daß auch A mit B (in der Sprache A) verkehrt, daß aber A mit den Sprachgenossen von B nicht verkehren kann, außer durch die Vermittlung jenes ersten. Es ist also erforderlich, daß alle Glieder der Sprachgenossenschaft A die Sprache B lernen, und alle Glieder der Sprachgenossenschaft B die Sprache A, wenn jeder mit jedem verkehren will. Die Angehörigen einer dritten Sprachgenossenschaft C haben jeweils zwei Sprachen, nämlich A und B zu lernen, um sich anzuschließen, und sie versetzen auch die Genossen von A und von B in die Notwendigkeit, ihrerseits C zu lernen. Jede weitere Gruppe, die sich anschließt, hat ihrerseits eine Sprache mehr, d. h. soviel Sprachen, als bisher Gruppen vorhanden waren, zu lernen und zwingt ihrerseits wiederum die bereits geeinten Genossen der früheren Gruppen, noch die neu hinzutretende Sprache zu lernen. So war früher beispielsweise die Wissenschaft jedem vollständig zugänglich, der die lateinische Sprache beherrschte. Dann kamen die nationalen Sprachen auf und es wurde zunächst notwendig, Französisch zu verstehen, wenn man den Fortschritt der Wissenschaft verfolgen wollte, weil in diesem Lande zuerst die systematische Entwicklung derselben nach dem Aufhören des allgemeinen Gebrauchs der lateinischen Sprache eintrat. Dann traten die Engländer, die Italiener und die Deutschen in die Gemeinschaft der wissenschaftlich produktiven Völker ein und in neuerer Zeit ist noch eine ganze Anzahl anderer Nationen so weit kulturell vorgeschritten, daß sie selbständige wissenschaftliche Leistungen vor sich bringen und diese zunächst in ihren nationalen Sprachen publizieren. Dadurch ist gegenwärtig ein schwerer Notstand in der Wissenschaft eingetreten. Die Möglichkeit, von allem Kenntnis zu nehmen, was die Fachgenossen auf der ganzen Erde produzieren, setzt mindestens die Kenntnis der deutschen, englischen, französischen Sprache und, wenn einige Vollständigkeit angestrebt wird, noch die der italienischen, russischen und holländischen voraus. Dazu werden sich

noch sehr bald Spanisch und Japanisch gesellen, so daß wir bereits jetzt vor der Unmöglichkeit stehen, daß ein einzelner Mensch, wenn er nicht mit ganz außerordentlicher sprachlicher Begabung ausgestattet ist, das Gesamtgebiet der wissenschaftlichen Produktion irgendeines speziellen Faches an der Originalliteratur studieren kann.

Hier ist also die Vereinheitlichung dringend notwendig und sie kann auf genau demselben Wege erfolgen, der eben bei der Beschreibung der Zentralisation des telephonischen oder des Marktverkehrs gekennzeichnet worden ist. Dadurch daß sich die gesamte Kulturgemeinschaft über eine Sprache einigt, in welcher der internationale Verkehr stattfinden soll, wird erreicht, daß jeder Angehörige des internationalen Verkehrskreises nur diese eine Sprache zu lernen hat, ebenso wie jedes neue Mitglied einer Telephonzentrale oder einer Marktgemeinschaft nur einen Draht bzw. einen Weg zur Zentrale herzustellen hat, um sich dadurch automatisch der gesamten Kulturgemeinde anzuschließen. Es ist hier nicht der Ort, die Notwendigkeit eingehend zu entwickeln, daß zum Zwecke einer derartigen internationalen Hilfssprache (welche die zweite Sprache für jedermann ist) nie eine nationale Sprache dienen kann. Im Laufe der Entwicklungsgeschichte der Menschheit haben sich ein halbes Dutzend verschiedene nationale Sprachen vorübergehend in der Stellung von Weltsprachen befunden. Nach dem Babylonisch und Griechisch des Altertums kam das Lateinisch des Mittelalters, das Französisch der späteren Zeit und gegenwärtig ist durch den Handels- und Schiffsverkehr Englisch außerordentlich verbreitet, während Deutsch die notwendige Sprache der Wissenschaft ist. Aber es ist ausgeschlossen, daß etwa unter den gegenwärtigen Bedingungen Englisch für alle internationalen Zwecke als gemeinsame Sprache wird dienen können. Der Grund ist nicht nur die Unvollkommenheit, welche jeder natürlichen Sprache anhaftet und welche für die Fremden, die die Sprache erlernen müssen, eine außerordentliche Last und Beschwernis ist. Sondern der Hauptgrund liegt in der Notwendigkeit, daß eine derartige internationale Hilfssprache auch in bezug auf ihre Ausgestaltung

und notwendige Bereicherung durch die Bezeichnung neuer Begriffe von einer internationalen Kommission verwaltet werden muß. Daß die Engländer und die Amerikaner sich eine allgemein verbindliche Fortbildung ihrer eigenen Sprache durch eine Kommission, in welcher die Angehörigen anderer Sprachen notwendig die Majorität bilden werden, gefallen lassen, erscheint aus inneren wie äußeren Gründen vollkommen ausgeschlossen.

145. Internationale Normen und Einheiten. Bei dem Sprachproblem haben wir gesehen, daß die Herstellung einer vollständigen Verkehrsorganisation davon abhängig ist, daß unter den verschiedenen möglichen Mitteln, eine solche Organisation herzustellen, von den dafür Interessierten *eines* festgestellt und gewählt wird und dann unter Ausschließung aller anderen Möglichkeiten allein zur Benutzung kommt. Hier stoßen wir auf eine der größten, vielleicht die allergrößte Schwierigkeit jeder internationalen Organisation. Denn jedesmal, wenn die Frage bei dem Zusammenschluß der früheren Kulturinseln erhoben werden muß: welches von den vorhandenen Arbeitsmitteln, wie sie einzeln und verschieden auf den Inseln erwachsen sind, werden wir nun benutzen? welches soll die normale Münze, die normale Sprache, die normale Länge, das normale Gewicht usw. usw. sein? entsteht die gleiche Schwierigkeit. Falls irgendeine von den bisher in Gebrauch gewesenen Grundlagen vorgeschlagen wird, wird auch gefragt, warum denn nicht jede andere von den bisher benutzten Grundlagen ebensogut die entscheidende Rolle spielen könnte. Da beispielsweise bei der Einführung der internationalen Hilfssprache diese Schwierigkeit tatsächlich sich als das allergrößte Hindernis erwiesen hat, so ist es ganz wesentlich, diese Frage nach der Wahl *grundsätzlich* zu beantworten. Es darf gehofft werden, daß, wenn einmal die allgemeinen Grundsätze für die Bildung eines solchen „Nervensystems“ in dem Gesamtorganismus der Menschheit allgemein bekannt sein werden, auch die bewußte Auswahl und Festlegung solcher Normen mit geringeren Schwierigkeiten erledigt werden wird, als bisher der Fall war.

Am einfachsten erledigt sich die Frage in dem Fall, wo eine un-

zweifelhafte natürliche Einheit vorhanden ist, wie beispielsweise bezüglich der Einteilung der Zeit in Jahre und Tage. Hier ist die Bewegung der Erde um die Sonne und ihre Rotation um ihre Achse eine so weit von aller menschlichen Beeinflussungsmöglichkeit entfernte Tatsache, daß überhaupt eine andere Norm der Zeit als jene beiden Perioden gar nicht in Frage kommt.

Schon schwieriger ist die Beantwortung des Problems, wie man die 365 und rund ¼ Tage, welche auf ein Jahr entfallen, ihrerseits ordnen soll. Bekannt ist, daß bisher die Ordnung in Wochen und Monate vorgenommen ist, aber ebenso bekannt ist, daß diese Lösung gegenwärtig als höchst unvollkommen empfunden wird. Die Einteilung des Jahres in zwölf Monate rührt, wie der Name schon sagt, von den Mondwechseln her, welche ungefähr ebensooft stattfinden. Sie haben aber für die ganze menschliche Kultur eine so geringe Bedeutung, daß von einem Anschluß der Monatseinteilung an den tatsächlichen Mondwechsel schon längst nicht mehr die Rede ist. Die Monate sind in dem gegenwärtigen Kalender höchst unregelmäßige Gebilde geworden, deren Länge von 28 bis 31 Tagen sich ändert und deren Verschiedenheiten nicht einmal nach einem einfachen Rhythmus geordnet sind. Es wäre infolgedessen durchaus am vernünftigsten, auf diese ganz sinnlos gewordene Monatseinteilung überhaupt zu verzichten und sich mit der Einteilung des Jahres in Wochen zu begnügen, wobei man die Tage des Jahres vom 1. bis zum 365. einfach der Reihe nach durchbeziffert.

Was die Wocheneinteilung betrifft, so ist sie mit so vielen Angelegenheiten, namentlich auf dem Gebiet der Konfessionen, verknüpft, daß hier eine Abweichung in absehbarer Zeit nicht zu erwarten ist. Wohl aber kann das Problem gelöst werden, daß jedem Tage des Jahres auch ein bestimmter Wochentag entspricht, denn die Zahl von 365 Tagen übertrifft nur um einen Tag ein Vielfaches von 7. Es sind mit anderen Worten in jedem normalen Jahr 52 Wochen und 1 Tag enthalten. Wenn man das Jahr mit einem Sonntag anfängt und ebenso mit einem Sonntag schließt, so

daß Silvester und Neujahr je ein Sonntag werden, so würde man dadurch erzielen, daß auch die Wochentage eine konstante Lage im Jahr beibehalten und man aus dem Datum, d. h. der Angabe, um den wievielten Tag im Jahr es sich handelt, alsbald durch Dividieren mit 7 aus dem Rest auch den Wochentag erkennen könnte, der diesem Datum entspricht. Auf die Unterbringung des Schalttages brauche ich nicht einzugehen, da sie leicht in der bisherigen Weise durch Doppelzählung irgendeines willkürlich festgestellten Tages erfolgen kann[1]).

Neue Probleme treten auf, wenn man den Tag in seine Bruchteile unterteilen will. Gegenwärtig erfolgt die Teilung in 24 Stunden, wobei unsere Uhren noch so unzweckmäßig konstruiert sind, daß sie nicht ganze, sondern halbe Tage anzeigen. Die Unterteilung der Stunde geht weiterhin in 60 Minuten und 60 Sekunden. Hier haben wir lauter Überreste von uralten Zahlensystemen, die mit unserem gegenwärtigen Dezimalsystem nicht mehr übereinstimmen. Denn wir haben, wie bekannt, alle anderen Zählungen zurzeit nach dem dezimalen Rhythmus geordnet; unser ganzes Ziffernsystem beruht auf diesem Rhythmus und ebenso die Einteilung der Maße und Gewichte. Wir werden also fordern müssen, daß wir das Dezimalsystem auch bei allen anderen Dingen durchführen, welche gezählt werden, und daß insbesondere die Unterteilung des Tages gar nicht anders als in Zehntel, Hundertstel, Tausendstel usw. bewerkstelligt werden dürfte. Die Untersuchung der Frage führt dazu, daß eine bequeme und anschauliche Einheit für die gewöhnliche bürgerliche Zeiteinteilung am besten durch die Hundertteilung des ganzen Tages zu gewinnen ist. Der Tag hat 96 Viertelstunden nach gegenwärtiger Zählung; ein hundertstel Tag würde also von einer Viertelstunde nur wenig verschieden sein und würde daher eine bequeme und anschauliche Einheit für die gewöhnliche bürgerliche Kleinzeitzählung gewähren. Für die genaueren Messungen astronomischer und physikalischer Art wäre

[1]) Beispielsweise ist der 99. Tag ein Sonntag und man könnte zwischen diesem und dem 100. Tag einen zweiten Sonntag, den Schaltsonntag einfügen.

dann der tausendstel, zehntausendstel und hunderttausendstel Tag in bekannter Weise anwendbar.

Bezüglich der Längenmaße und Gewichte ist gegenwärtig das metrische und Grammsystem auf dem größten Teil der Erde bereits verbreitet, und die noch ausstehenden englischsprechenden Völker werden in absehbarer Zeit sich gleichfalls zu diesen Einheiten bekehren, da die Ausschließung aus dem Weltverkehr durch Beibehaltung der alten Zoll- und Pfundrechnung, abgesehen von deren Unzweckmäßigkeit, auf die Dauer nicht durchführbar ist. Hier ist, wie bekannt, die Dezimalteilung grundsätzlich und allgemein durchgeführt und auf diesem Grundsatz beruht die große Zweckmäßigkeit dieses Systems, welche ihm die Welt erobert hat. Die übrigen, durch den Fortschritt der Technik allmählich nötig werdenden Einheiten auf dem Gebiete der elektrischen Energie, des Lichtes usw. sind wie bekannt alle an dieses metrische System angeschlossen, so daß hier eine konsequente Gesamtheit von solchen Einheiten besteht. Allerdings ist zu erwähnen, daß diese abgeleiteten Einheiten sämtlich als Zeiteinheit die Sekunde enthalten, welche, wenn man das Dezimalsystem konsequent auch auf die Unterteilung der Zeit anwendet, nicht mehr als zum System gehörig angesehen werden kann. Es ist hier nicht der Ort, auf diese Veränderungen einzugehen, welche durch die Anwendung des Dezimalsystems für die Zeiteinteilung bewirkt werden würden, doch darf hier ausgesprochen werden, daß die Menschheit sicherlich nicht zur Ruhe kommen wird, bevor die konsequente und grundsätzliche Durchführung des Dezimalsystems zur Wirklichkeit geworden ist.

Auf diesen Grundlagen baut sich nun ohne weiteres das übrige System von Einheiten auf. Da ist der allgemeine Satz auszusprechen, daß bei der Einführung neuer Einheiten jede Willkür soweit als irgendwie möglich vermieden werden muß. Wo weitere Bestimmungen über besondere Angelegenheiten noch international zu treffen sind, dürfen sie nur so getroffen werden, daß die bereits festgelegten Größen, Einheiten und Normen darin überall zur Geltung kommen, wo sie begrifflich ein-

treten. Willkürlich darf nur über solche Anteile dieser Dinge bestimmt werden, deren Einheiten oder Normen noch nicht durch frühere Bestimmungen vorausgenommen sind.

Um an einem Beispiel zu zeigen, um was es sich hierbei handelt, sei an das Problem der internationalen Valuta erinnert, welches gleichfalls in absehbarer Zeit wird gelöst werden müssen. Hier ist hervorzuheben, daß einerseits die ganze internationale Valuta unserer Zeit bereits auf die Goldnorm reduziert worden ist, und daß andererseits der Wert eines gegebenen Stückes Goldes nur mit seinem Gewicht veränderlich ist. Es wird also mit anderen Worten die Gewichtseinheit Gold die natürliche Einheit der internationalen Valuta sein müssen. Jede andere Möglichkeit ist vermöge der eben ausgesprochenen Prinzipien vollkommen ausgeschlossen. Ein Gramm Gold hat ungefähr den Wert von 2,83 Mark und stellt daher auch zufällig eine besonders bequeme Einheit dar.

In derselben Weise könnte noch die Anwendung der gleichen Prinzipien auf andere Fälle aufgewiesen werden, doch kann hiervon abgesehen werden, da es sich für uns nur um die Festlegung der Grundsätze und ihrer Erläuterung an anschaulichen Beispielen handelt. Das Wesentliche all dieser Vereinbarungen und Vereinheitlichungen liegt natürlich wiederum ausschließlich in der Energieersparnis, die dadurch bewerkstelligt werden wird. Stellt man sich die einfache Tatsache vor, daß die Zündholzständer von halb Europa so dimensioniert sind, daß man das international angenommene Kästchen der sogenannten schwedischen Zündhölzer darauf stecken kann, so sieht man, was für eine Bedeutung auch ganz einfache und triviale Festsetzungen dieser Art gewinnen können. In solcher Weise müssen dann künftig beispielsweise die Formate aller Papier-, aller Schreib- und Drucksachen einheitlich geordnet sein; man wird für Fensterscheiben und Blechgrößen ebensogut wie für Packkisten und Briefumschläge allgemeine, internationale Größen feststellen und jeder derartige Fortschritt wird eine unübersehbare Energieersparnis mit sich bringen. Denn eine derartige wohlgeregelte Abmessung wird die Behandlung,

Verstauung, Zählung usw. dieser Objekte ungemein erleichtern, abgesehen von der sehr weitgehenden Verbilligung der Herstellung, nachdem die vorkommenden Formen sich auf einige wenige methodisch zusammenhängende Typen reduziert haben.

So sehen wir, daß auch hier das große Problem der Kulturentwicklung, mit dessen Lösung sich die gegenwärtige Menschheit nur eben bewußt zu beschäftigen begonnen hat, ebenfalls seine Leitlinien für die vorherzusehende Entwicklung durch dasselbe Prinzip der Energieersparnis, durch den gleichen energetischen Imperativ gewinnt, welcher uns auch auf so vielen anderen Gebieten die richtigen Wege gewiesen hat.

146. Andere Kulturgüter. Wir haben schon bei Gelegenheit der psychologischen Anwendungsgebiete des Dissipationsgesetzes und des energetischen Imperativs die Sprache als eines der wichtigsten und wirksamsten Hilfsmittel für die Steigerung des individuellen wie sozialen Lebens kennen gelernt. Es ist auch dort schon darauf hingewiesen worden, daß der wesentliche Wert der Sprache in ihrer sozialen Beschaffenheit liegt, in ihrer Fähigkeit, eine größere und größere Menschenmenge (für die Zeiten der Weltsprache nicht weniger als die ganze Kulturmenschheit) zu gemeinsamer Aktion zu verbinden. Die uralte biblische Geschichte vom Turmbau zu Babel, der durch die Sprachenverwirrung inhibiert worden ist, zeigt, mit welcher Deutlichkeit sich bereits in sehr frühen Entwicklungsphasen unserer gegenwärtigen Kultur der verbindende, energievereinigende und energieersparende Wert der Sprache dem damaligen noch unentwickelten Kulturverständnis aufgedrängt hat. Außer der Sprache gibt es noch eine Anzahl anderer Kulturgüter, wie die staatliche Organisation, das Recht, die Wissenschaft usw., welche gleichfalls durch den Gesichtspunkt des energetischen Imperativs diejenige aufklärende und richtige Beleuchtung erfahren, welche uns nicht nur das Verständnis ihrer bisherigen Entwicklung erschließt, sondern uns auch ganz bestimmte und eindeutige Anleitung gibt, wie wir sie in Zukunft zu gestalten haben, um sie den vorgesetzten Zwecken am genauesten entsprechend zu haben.

147. Der Staat. Von diesen Kulturgütern ist eines der ältesten der Staat, der die Zusammenfassung einer größeren Gruppe von Menschen zu gemeinsamer Gewinnung solcher Güter und zur gemeinsamen Ausführung solcher Arbeiten bezweckt, die dem einzelnen unzugänglich sind. Hier handelt es sich also um eine Organisation der Gesellschaft, durch welche die einzelnen im individuellen Leben willkürlich auseinanderstrebenden Willensrichtungen parallel gerichtet und zu gemeinsamer und entsprechend wirksamerer Gesamtbetätigung gebracht werden können. Vom energetischen Gesichtspunkt aus zeigt der Staat eine doppelte Ausgestaltungsmöglichkeit. Zunächst die rein additive Summierung der vorhandenen Energien zu einer entsprechend großen Gesamtsumme, deren Betrag dann Leistungen im Frieden und Krieg ermöglicht, welche um soviel die einzelnen Leistungen übersteigen, als eben die Anzahl der geeinten Individuen die Einheit übersteigt. Neben dieser rein additiven Steigerung der auf einen bestimmten Zweck gerichteten Gesamtenergie hat aber jede wahre Organisation noch die besondere Eigenschaft, daß sie eine Vermehrung über die bloße algebraische Summe hinaus bewirkt. Dies geschieht durch das altbekannte Mittel der Funktionsteilung und Funktionsverbindung. Die Funktionsteilung bewirkt durch die Austeilung der einzelnen Funktionen an dafür besonders begabte Individuen eine entsprechende Besserleistung, die soviel austrägt, als eben diese begabten Individuen über den Durchschnitt der ganzen Gemeinschaft hervorragen. Andererseits bedingt sie durch die sachgemäße Zusammenfassung und Dosierung der einzelnen Funktionen eine rationellere Gesamtleistung, als sie aus der zufälligen Summierung der vorhandenen Mittel sich ergibt. Wir haben also in der staatlichen Organisation eines der ersten und besten Hilfsmittel zu einer Steigerung des energetischen Nutzeffektes, welche unter Umständen weit über die bloße Summierung hinausgeht, zu einer Steigerung, die wir als Organisierung von der bloßen Summierung unterscheiden. Wenn wir auf den altägyptischen Bildwerken die Darstellung betrachten, wie die schweren Baustücke der Pyramiden an Ort und Stelle befördert

werden, so sehen wir, daß die damaligen Techniker noch nicht mehr verstanden, als die bloße Addition der vorhandenen Energien. Es werden einfach so viel Menschen vor das Werkstück gespannt, bis die Summe der vereinigten Kräfte genügt, um es fortzubewegen. Die organisatorische Entwicklung, wie wir sie beispielsweise jetzt erreicht haben, ersetzt diese Summierung der menschlichen Kräfte durch eine Integrierung der menschlichen Intelligenz über zwei Jahrtausende hinweg und an Stelle von Hunderten oder Tausenden schleppender Menschen haben wir einen Maschinisten, der durch ein paar Griffe am Steuerhebel seinen Kran alle die Bewegungen ausführen läßt, durch welche unverhältnismäßig viel größere Lasten, als jene alten Baumeister sie zu bewältigen vermochten, mit spielender Leichtigkeit und fast mathematischer Genauigkeit an Ort und Stelle befördert werden können.

Hier haben wir die Energieersparnis durch die organisatorische Arbeit anschaulich genug vor Augen. Wir werden die gleichen Gesichtspunkte auch auf sämtliche Leistungen des Staates anzuwenden haben, wenn wir uns die Frage stellen, wie weit ein vorhandener staatlicher Organismus seiner Aufgabe genügt und durch welche Mittel er ihr besser genügen könnte. Kommen wir mit diesem universellen und gleichzeitig für jedes Detail anwendbaren Kriterium an die gegenwärtigen staatlichen Organisationen heran, so werden wir allerdings konstatieren müssen, daß der energetische Imperativ entsprechend der kurzen Zeit seiner bewußten Anwendung noch außerordentlich wenig erleuchtend auf die staatlichen Einrichtungen hat einwirken können. An allen Ecken und Enden unserer gegenwärtigen Verfassung und Regierung gibt es noch Bestimmungen und Verhältnisse, welche nicht nur dem Prinzip des besten Güteverhältnisses nicht gemäß sind, sondern tatsächlich ihm direkt widersprechen. Der Bureaukratismus insbesondere ist durch seine ahnungslose und zähe Mißachtung des energetischen Imperativs geradezu gekennzeichnet.

Es wird daher nötig sein, mit allem Nachdruck, den jeder

einzelne nur aufbringen kann, sich mit diesem allgemeinen Führer und Erleuchter, der in dem Prinzip des besten Güteverhältnisses liegt, so genau wie möglich vertraut zu machen und nie müde zu werden, sich immer wieder bei jeder einzelnen Einrichtung und Gestaltung des täglichen wie öffentlichen Lebens die Frage zu stellen: sind diese Maßnahmen bereits dem energetischen Imperativ entsprechend getroffen oder lassen sie sich noch im Sinne eines gesteigerten Güteverhältnisses verbessern? Man wird erstaunt sein, wie außerordentlich viel Verbesserungsbedürftiges man durch diese Betrachtung an allen Ecken und Enden antreffen wird, aber man wird auch gleichzeitig erstaunt sein, mit welcher Bestimmtheit der energetische Imperativ in jedem einzelnen Fall die Richtung anzugeben vermag, nach welcher solche notwendige Verbesserungen vorgenommen werden können.

148. Das Recht. In gleicher Weise erkennt man leicht, daß die kulturpolitisch so außerordentlich wichtige Institution des Rechtes die Ersparung von Energie zum Zwecke hat. Das Recht ist aus der Gewalt entstanden insofern, als es zur Ausgleichung von Willensgegensätzen konkurrierender Individuen ursprünglich gar kein anderes Mittel gab, als daß der Stärkere den Schwächeren verdrängte, und, wenn er sich das nicht gefallen lassen wollte, ihm so viel Übles eventuell bis zum Tode zufügte, bis er seinen Willen durchgesetzt hatte. Also ein beständiger Kampf aller gegen alle, wie ihn Darwin im ganzen Tierreich als Grunderscheinung (wenn auch nicht als absolut allgemeine Erscheinung) nachgewiesen hat, kennzeichnet auch die Anfangsphasen der menschlichen Entwicklung. Langsam erst ist dann die Entdeckung gemacht und zur Anwendung gebracht worden, daß eine friedliche Vereinbarung über eine Teilung und Regelung der beiderseitigen Ansprüche weiter führt als die Entscheidung durch den Kampf, weil der ganze Energieaufwand für den Kampf, der nicht selten zur Zerstörung des umstrittenen Objektes selbst geführt hat, dadurch vermieden werden kann.

Ich brauche im einzelnen nicht auseinanderzusetzen, wie aus diesem Grundgedanken sich stufenweise das komplizierte System

des gegenwärtigen Rechtes entwickelt hat, denn dieses ist in dem bereits erwähnten Buch: „Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaft" geschehen. Ich habe nur den Grundgedanken hier hervorgehoben, um von neuem mit aller Schärfe darauf hinzuweisen, daß dieses allgemeine Prinzip bei der Entwicklung unseres gegenwärtigen Rechtes an vielen Stellen und in bezug auf weitreichende Grundanschauungen völlig verloren gegangen ist. Eine Erneuerung unseres Rechtswesens, welche als überaus dringendes Bedürfnis unserer Zeit von allen gefordert wird (vielleicht aus natürlichen und naheliegenden Gründen am wenigsten von den gegenwärtigen Vertretern der Rechtsverwaltung), kann gar nicht anders gewonnen werden, als durch die grundsätzliche und konsequente Anwendung des sozialenergetischen Prinzipes der geringsten Energievergeudung.

Überlegt man, welche enormen Energievergeudungen bei der gegenwärtigen Handhabung des Rechtes, beispielsweise im Prozeßwesen, durch die Aufrechterhaltung formaler Bestimmungen getrieben werden, die zu einem großen Teil ihre Bedeutung und ihren Zweck längst eingebüßt haben, überlegt man, wie in allen Teilen unseres Strafrechts die unbedachte und rücksichtslose Energievergeudung beinahe zum Prinzip erhoben ist, so sieht man, welches enorme Gebiet zur Modernisierung des Rechtslebens durch den energetischen Imperativ eröffnet wird.

Ich muß mir versagen, die gleichen Betrachtungen auf die noch nicht berührten Gebiete des Kulturlebens wie Handel, Verkehr, Technik usw. auszudehnen. Die Anwendungen, welche das auf dem Dissipationsgesetz beruhende Prinzip des energetischen Imperativs überall findet, sind hier meistenteils viel besser entwickelt als in den bisher besprochenen Gebieten. In jenen sind die konservativen Tendenzen, welche sich einer regelmäßigen und schnellen Anpassung vorhandener Institutionen an die neu auftretenden Forderungen der inzwischen entwickelten Kultur widersetzen, am allerwirksamsten organisiert, weil die Schäden solcher Rückständigkeiten von anderen getragen werden müssen. Das kulturelle Leben jeder Zeit ist offenbar immer bezüglich seiner

allgemeinen Einrichtungen mehr oder weniger im Rückstande gegenüber der kulturellen Einsicht ebenderselben Zeit. Denn das, was einmal eingerichtet ist und in regelmäßiger Funktion steht, gewinnt dadurch eine so starke Tendenz zur Stabilität, daß es erst dann beseitigt wird, wenn seine ungeeignete Beschaffenheit gegenüber neu aufgetretenen Forderungen einen sehr erheblichen und jedermann in die Augen fallenden Grad erreicht hat. Dort, wo die Anpassung an das beste Güteverhältnis durch wirtschaftliche Fragen bedingt wird, wie bei Handel, Verkehr und Industrie, erfolgt diese außerordentlich viel schneller, um so schneller, je kräftiger eine hoch entwickelte Konkurrenz zur Benutzung der letzten und besten Hilfsmittel treibt. Wo dagegen ein solcher Ansporn wie die wirtschaftliche Notwendigkeit nicht vorliegt, wo umgekehrt vielfache Interessen der zurzeit im Besitz der Macht befindlichen Personen und Gesellschaftsgruppen sich der schnellen Anpassung an neue Bedingungen und Forderungen widersetzen, da macht sich auch überall eine entsprechend größere Rückständigkeit geltend.

Aber die Einsicht in die Notwendigkeit, das Prinzip der Energieersparnis auf alle Teile und Betätigungen unseres Lebens ohne jede Ausnahme anzuwenden, wird in absehbarer Zeit ein Allgemeingut der denkenden und führenden Menschheit sein. Dann wird die Beseitigung solcher unenergetischer Rückständigkeiten immer schneller und erfolgreicher vorgenommen werden.

149. Die Ethik. Das letzte große und wichtige Gebiet, welches wir im Lichte des energetischen Imperativs einer eingehenden Untersuchung unterziehen wollen, ist das Gebiet der Ethik. Die Ethik ist eine eminent soziale Erscheinung, sie läßt sich definieren als die Lehre von dem Verhalten der Menschen, insofern sie Mitglieder einer Vereinigung größeren oder geringeren Umfanges sind. Demgemäß gibt es so viele Gebiete der Ethik, als es Kreise gibt, denen das Individuum als soziales Wesen angehört. Wir können in aufsteigender Stufenfolge eine Ethik des persönlichen Lebens kennzeichnen, welche dem einzelnen die Führung für seine eigene Lebensgestaltung unter Rücksicht auf die Pflichten

gegen diese verschiedenen Kreise angibt. Es gibt zunächst eine Ethik des Familienlebens, die sich in soviel Unterteile sondert, als es derartige Beziehungen gibt, also eine Ethik für das Verhalten der Kinder gegen die Eltern und das Verhalten der Eltern gegen die Kinder, eine Ethik des Ehelebens, eine Ethik bezüglich der Verwandten usw. Der nächstweitere Kreis ist dann der der Berufsgenossen, für den wiederum eine besondere Ethik sich geltend macht. Die weiteren Kreise der Gemeinde, der Stadt, des Landes, des Reiches und schließlich der ganzen Menschheit kennzeichnen ebenso viele neue, ethische Gebiete. Eine vollständige Ethik hat nicht nur das Verhalten des einzelnen gegenüber all diesen Kreisen zu regeln, sondern auch das Verhalten dieser einzelnen Gruppen und Gemeinschaften untereinander und dem einzelnen gegenüber.

Fragt man nach dem allgemeinsten Prinzip, welches all diesen einzelnen Teilen der Ethik zugrunde gelegt werden muß, so findet man wiederum, daß der energetische Imperativ: Vergeude keine Energie, verwerte sie! tatsächlich uns in jedem einzelnen Falle die zugehörige Auskunft gibt. Für die persönliche Ethik bedeutet der energetische Imperativ die Forderung der persönlichen Tüchtighaltung für alle Aufgaben, die der einzelne seinen verschiedenen Kreisen gegenüber zu erfüllen hat. Für die Ethik des Familienlebens bedeutet der energetische Imperativ die Forderung möglichster Förderung und Beglückung aller derjenigen, mit denen man durch Familienbande zusammengehalten wird. Allerdings nicht ohne Ansehen der Person, sondern gemäß dem energetischen Imperativ nach Maßgabe des sozialen Wertes, die jeder einzelne hat. So wird man das Verhalten einer blind liebenden Mutter, welche ihrem untauglichen und arbeitsscheuen Sohn ihr ganzes Vermögen opfert, von welchem sie auch ihre anderen Kinder zu erziehen und zu leistungsfähigen Menschen heranzubilden verpflichtet wäre, für ethisch sehr minderwertig erklären. Man wird vielmehr entgegen mancherlei sentimentalen Anschauungen, die gegenwärtig dieses Gebiet mangels klarer Prinzipien noch überaus unsicher und unklar machen, regelmäßig und

ohne sich durch Nebenumstände beeinflussen zu lassen, durchaus den Maßstab des sozialen Wertes für jeden Empfänger von Hilfe und Freundlichkeit in Anwendung zu bringen haben. Hierbei kann der soziale Wert von sehr mannigfaltiger Beschaffenheit sein. Künstlerische Leistungen zählen hier nicht weniger als technische oder wissenschaftliche. Ein Mensch, der durch sein heiteres Gemüt und seine glückliche Art, sich zu geben, Freude und Wohlbehagen um sich verbreitet, bedeutet z. B. sozial einen wertvollen Faktor, denn er wirkt etwa wie das Öl in dem Achsenlager, reibungsvermindernd und unnütze Hitzeerzeugung vermeidend. Auch wenn er selbst energetisch nicht sehr erheblich leistungsfähig ist, kann er doch den Nutzungskoeffizienten anderweitig betätigter sozialer Energien auf eine beträchtlich größere Höhe heben.

In ähnlicher Weise ist der energetische Imperativ auf alle anderen ethischen Probleme anzuwenden. Um nur anzudeuten, wie weitreichend diese Anwendungen sind, sei auf eine der brennendsten Fragen unserer Zeit hingewiesen, die Frage des Pazifismus. Die ganze Welt ist darüber einig, daß der gegenwärtige Zustand des bewaffneten Friedens ein unhaltbarer, allmählich unmöglich werdender Zustand ist. Er fordert von den einzelnen Nationen ungeheuere Opfer, welche die Ausgaben für Kulturzwecke bedeutend übertreffen, ohne daß dadurch irgendwelche positiven Werte gewonnen werden. Wenn also die Menschheit Mittel und Wege findet, durch welche diese Rüstungen für Kriege, die niemals eintreten, diese Festlegung eines erheblichen Teiles der Nation im kräftigsten und leistungsfähigsten Alter zur Ausbildung für Kriegszwecke und all die zahllosen anderen Schädigungen, welche der gegenwärtige Zustand hervorruft, beseitigt werden könnten, so würde dadurch eine so ungeheure Energieersparnis bewirkt werden, daß man von diesem Moment ab eine ungeahnte Blüte der Kulturentwicklung würde rechnen müssen. Denn der Krieg ist genau ebenso wie der persönliche Kampf von allen möglichen Mitteln, Willensgegensätze aufzulösen, zwar das älteste, aber eben darum das unzweckmäßigste, die schlimmste Energievergeudung mit sich bringende. Die vollständige Beseitigung des potentiellen

wie des aktuellen Krieges liegt daher durchaus im Sinne des energetischen Imperativs und ist eine der allerwichtigsten Kulturaufgaben unserer Tage.

Vierzehntes Kapitel.

Die Werte.

150. Allgemeines. Es gibt heute eine Schule von Philosophen, welche die Setzung von Werten für eine zentrale Tätigkeit des menschlichen Geistes erklären. Weil sie aber nicht imstande sind, eine sachgemäße Basis für die Wertsetzung zu finden, erklären sie diese Handlung für eine spontane, durch kausale Beziehungen nicht bestimmte Tätigkeit des menschlichen Geistes, einen „freien Entschluß" und sehen in dieser spontanen Wertsetzung irgendeinen besonderen mystischen Vorzug. Wir müssen aus der Denkgewohnheit der exakten Wissenschaft her von vornherein mißtrauisch gegen eine derartige Behauptung der Entstehung beziehungsloser Dinge im menschlichen Geiste sein. Denn wir wissen, daß der menschliche Geist einerseits nur das höchste Entwicklungsprodukt früherer, geistiger Bildungen, d. h. früherer Leistungen von Nervensystemen und Zentralorganen ist. Und wir wissen ferner, daß die gesamte Beschaffenheit des menschlichen Geistes auf die bestmögliche Betätigung des Lebens gerichtet und für diesen Zweck entwickelt ist, daß sie somit von den Faktoren durchaus und in jeder Beziehung abhängig ist, welche diese Betätigung bestimmen. Das sind zum größeren Teil die Faktoren der Umwelt, zu einem kleineren aber nicht unwesentlichen Teil die inneren physiologischen und psychologischen Faktoren, die mit der besonderen Beschaffenheit des menschlichen Zentralorgans und Nervensystems zusammenhängen. Es ist hier also nirgendwo eine Möglichkeit gegeben, daß eine nagelneue Erscheinung ohne jede Beziehung zu anderen vorhandenen beim Menschen auftreten sollte.

Tatsächlich wird diese von den Vertretern der Spontaneität des Wertbegriffes beim Menschen vertretene, unwissenschaftliche, d. h. ohne Zusammenhang mit den übrigen Tatsachen gedachte Erklärung überflüssig, sowie man sich der Grundlegung alles Wollens und Wählens und daher auch Wertens durch das Dissipationsgesetz bewußt wird. Die große Abneigung solcher konstruktiver Philosophen gegen die Benutzung der Fortschritte der exakten Wissenschaften bringt es mit sich, daß sie sich selbst mit einem Denkmaterial zu arbeiten zwingen, dessen Kenntnisgebiet vor etwa 100 Jahren abgeschlossen war. Man darf infolgedessen auch nicht erwarten, daß Begriffsbildungen, die erst der Mitte und dem Ende des vorigen Jahrhunderts angehören, einen wesentlichen Einfluß auf das Philosophieren dieser Gruppe haben können. Wir dagegen werden umgekehrt entschlossen mit dem Maßstab des Dissipationsgesetzes und des energetischen Imperativs an die Frage herangehen, welche einfacheren Begriffe und Bestimmungen sich in dem Begriff des Wertes finden, und wir können von vornherein überzeugt sein, eine sachgemäße und weitreichende Orientierung durch die Beziehung der Werterscheinung auf das Dissipationsgesetz zu finden.

151. Die Energie als Wertgrundlage. Da die Energien dasjenige sind, was man weder schaffen noch vernichten kann, und da insbesondere die verschiedenen Arten der freien Energie das darstellen, von dessen Besitz und Umwandlung das ganze Leben, nicht nur des Menschen, sondern der gesamten Tier- und Pflanzenwelt abhängt, so bedarf es keines besonderen Nachweises, daß man im Energiebegriff die Grundlage aller Werte finden wird. Allerdings ist die Energie selbst noch nicht der Wertung unterworfen. Da unsere ganze physische Umwelt sich bei wissenschaftlicher Analyse in ein mannigfaltigstes System verschiedenartiger Energien auflöst, so kann von einem Werte der Energie an sich, also ohne Rücksicht auf die besondere Form, in der sich das eben betrachtete Energiequantum befindet, gar nicht die Rede sein. Wenn alles Energie ist, was uns umgibt, so ist die Energie eben in so unermeßlicher Fülle vorhanden, daß wir überhaupt nichts tun

und lassen, nichts ergreifen und fortwerfen können, ohne dabei jedesmal größere oder geringere Energiequanta zu handhaben. Ebenso wissen wir, daß die nicht mehr zur Umwandlung fähige, unfreie oder dissipierte Energie auch deshalb schon keinen Wert haben oder darstellen kann, weil sie für die Betätigung des Lebens nicht mehr brauchbar ist. Wir werden also nur in der freien und umwandlungsfähigen Energie die Quelle der Werte zu erkennen haben.

Nun sind uns die Energieäquivalente wohl bekannt. Wir wissen, daß aus soundso viel mechanischer Energie eine entsprechende Menge Wärmeenergie und aus dieser wieder chemische oder elektrische oder Lichtenergie usw. erhalten werden kann, und die erste Vorstellung, die sich hier anbietet, ist die, daß die verschiedenen Arten der freien Energie entsprechend den energetischen Äquivalenten im Werte stehen, daß also, wenn man alle in gleichem Maße, etwa in Ergs ausdrückt, man gleiche Quantitäten der verschiedenen freien Energien als gleichwertig betrachten dürfte. Schon die oberflächliche Überlegung zeigt, daß von einer solchen Gleichsetzung nicht die Rede sein kann. Nehmen wir auch sonst die Werte so gleich wie möglich, vergleichen wir etwa zwei Menschen, welche vermöge ihrer Körperbeschaffenheit in 24 Stunden gleichviel chemische Energie aufnehmen und in verschiedene Formen menschlicher Arbeit umsetzen. Dann wissen wir ganz genau, daß die Leistungen solcher gleichviel Energie verbrauchender Arbeiter außerordentlich verschieden im Wert stehen. Die Leistungen beispielsweise eines ausgezeichneten Künstlers, die er pro Stunde vollbringt, stehen mit dem tausend- und noch mehrfachen des Wertes gegenüber den Leistungen eines gewöhnlichen Tagelöhners. Sind doch tatsächlich die verschiedenen Lebenshaltungen, welche die verschiedenen Berufe ermöglichen, ein beständiger und unwiderleglicher Ausdruck dafür, daß energetisch äquivalente Leistungen von der Gesellschaft, die sie zu konsumieren hat, außerordentlich verschieden bewertet werden. Auf die hier alsbald auftretende Frage, ob denn das Geld ein richtiger Vergleichsmaßstab für die Werte sei, können wir vorläufig

antworten, daß wenigstens mit einiger Annäherung in der Tat in dem Gelde ein solcher Maßstab vorliegt.

Woran liegt nun diese große Verschiedenheit in dem Wert energetisch gleichgroßer Leistungen? Wenn wir uns an den eben erörterten Fall halten, so ist die erste Antwort darauf, daß die Leistungen eines ungewöhnlichen Künstlers sehr viel seltener sind als die eines gewöhnlichen Tagearbeiters und daß deshalb der sogenannte Seltenheitswert bezahlt wird. Es können mit anderen Worten nur verhältnismäßig wenige Menschen den Genuß einer derartigen Leistung haben, weil die Zahl der Leistenden im Verhältnis zur Zahl der Empfangenden so klein ist, und daher stellt sich beim Wettbewerb um diesen Genuß die Bereitwilligkeit zu entsprechend größeren Opfern dafür heraus. Dies ist die eine Seite der Sache, die andere Seite der Sache darf aber auch nicht übersehen werden. Auch die größte Seltenheit bedingt keinen besonderen Wert, wenn dieses seltene Stück nicht auch an und für sich etwas Erwünschtes für eine hinreichend große Zahl von Menschen darstellt. So gibt es beispielsweise eine ganze Anzahl von Mineralarten, welche außerordentlich selten vorkommen und dennoch nicht entsprechend hoch im Preise stehen, weil der Wettbewerb um den Besitz solcher Mineralien nicht eben groß ist und deshalb zu keiner besonderen Preissteigerung zu führen vermag.

Es sind also zwei Faktoren des Wertes vorhanden. Einerseits die wünschenswerte oder notwendige Beschaffenheit eines Gegenstandes oder einer Leistung und andererseits das Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage dieses Gegenstandes oder dieser Leistung, welche beide zusammen den Wert dieses Dinges bestimmen. Demgemäß werden die wünschenswertesten, ja notwendigsten Dinge in der Welt mit Null in der Wertskala stehen, wenn sie in so reichlicher Menge vorhanden sind, daß jeder Mensch davon soviel haben kann, als er mag, während andererseits gewisse Objekte von höchst geringer Brauchbarkeit aber sehr großer Seltenheit durch den Ehrgeiz, sie zu besitzen, zu ganz phantastischen Wertgrößen emporgetrieben werden. Daß solche Werte meist

Scheinwerte sind, ergibt sich daraus, daß sie nur eine verhältnismäßig kurze Zeit bestehen bleiben, nämlich solange sie Mode sind, d. h. solange eine hinreichende Anzahl von Konkurrenten um den Besitz derartiger Raritäten sich streitet. Kommen sie aus der Mode, so ist zwar ihre relative Seltenheit dieselbe geblieben, aber der Wettbewerb um ihren Besitz ist verschwunden und dementsprechend sinkt auch ihr „Wert" auf ein Minimum herab.

152. Die Wertreihe der Energien. Wir haben schon gesehen, daß nur freie Energie für die Bewertung in Frage kommt und wir werden uns deshalb umzusehen haben, welche Stufenfolge von Umwandlungsformen der freien Energie auf der Erde maßgebend für die Erhaltung des menschlichen Lebens ist. Als die Primärenergie, von deren Betätigung alles Leben unbedingt und ausschließlich abhängig ist, erkennen wir die Sonnenstrahlung. Die Sonne sendet unaufhörlich ungeheure Energiemengen in Form von Strahlungen oder Licht (in einer Form also, die in jüngster Zeit als eine elektromagnetische Strahlungserscheinung erkannt worden ist) in den Weltraum hinaus. Die Erde nimmt nur einen äußerst kleinen Teil von dieser ungeheuren Energiemenge auf und dieser Anteil bewirkt dann alles Geschehen auf der Erdoberfläche. Das anorganische meteorische Geschehen, wie Wind, Regen, Wanderung der Gletscher und Strömen der Flüsse, ebenso wie das organische Geschehen vom Wachstum der primitivsten einzelligen Lebewesen bis zur verwickeltsten und höchsten Tätigkeit des Menschen wird ausschließlich durch die freie Energie der Sonnenstrahlen bewirkt. An unbedingter Notwendigkeit steht daher die Sonnenenergie obenan, aber gleichzeitig steht sie in der Wertskala am niedrigsten, weil sie in so ungeheurer Fülle vorhanden ist, daß durchschnittlich gerechnet auf den einzelnen Menschen ungeheuer viel mehr kommt, als er auch äußersten Falles für seine Zwecke verwenden kann. Neben der freien Energie der Sonnenstrahlung wäre noch an die mechanische Energie zu denken, welche in der Achsendrehung der Erde und ihrem Umschwung um die Sonne liegt. Diese Energie ist indessen nicht frei zu nennen, weil wir nicht fähig sind, sie in

andere Energie zu transformieren. Sie wäre für ein Wesen von kosmischen Dimensionen verwendbar, welches mit den Planeten experimentieren, sie etwa mit Bändern oder Ketten fesseln könnte, ist aber nicht für Wesen zugänglich, deren Aufenthaltsort die Erdoberfläche ist und welchen daher der von Archimedes vergeblich gesuchte feste Punkt außerhalb der Erde fehlt, um durch die Wechselwirkung mit dieser ihre kinetische Energie in andere Formen überzuführen. Nur ein minimaler Anteil der Rotationsenergie der Erde wird durch einen außerhalb der Erdkugel befindlichen Faktor auch dem Menschen zugänglich gemacht. Es ist das die durch den Mond bewirkte Ebbe- und Flutwelle, welche in zwölf Stunden um den ganzen Erdball herum wandert. Auch sind Versuche, die Ebbe- und Fluterscheinungen am Meeresufer für menschliche Zwecke zu transformieren, von Zeit zu Zeit angestellt worden, aber eine entsprechende Rechnung lehrt bald, daß die Energiemengen, welche man auch günstigstenfalls aus dieser Quelle gewinnen könnte, verschwindend gering sind gegenüber den Energiemengen, welche die Menschheit schon gegenwärtig aus anderen Quellen beziehen und für ihre Zwecke nutzbar machen kann. Die Sonnenstrahlung wird demgemäß als, praktisch gesprochen, einzige primäre Form der freien Energie in Anspruch zu nehmen sein.

153. Umwandlungsprodukte der Sonnenstrahlung. Bezüglich solcher Umwandlungsprodukte haben wir zwei Gebiete ins Auge zu fassen, nämlich auf der einen Seite die meteorischen Erscheinungen, auf der anderen Seite das Pflanzenleben. Indem nämlich die Sonnenstrahlung auf die Erdoberfläche fällt, verwandelt sie sich in Wärme. Diese dient zum Teil dazu, flüssiges Wasser zu verdampfen, worauf sich der Wasserdampf in der Atmosphäre erhebt, sich in den oberen kälteren Schichten verflüssigt und dann in Gestalt von Regen und Schnee wieder zur Erde niederfällt. Die Gebirge sammeln dann einen Teil dieses Niederschlags hauptsächlich in der Gestalt des festen Schnees und das allmähliche Zutalgehen der geschmolzenen, in flüssiges Wasser übergegangenen Schneemassen nährt die Bäche, Flüsse und

Ströme. Durch den Umstand, daß das Niveau dieser Wassermassen erheblich höher ist als das des Meeresspiegels, kann man die Gravitationsenergie des Wassers zwischen dem oberen und unteren Niveau wenigstens teilweise ausnutzen und hierauf beruht ein Teil der Möglichkeit, die strahlende Energie der Sonne für menschliche Zwecke in Gebrauch zu nehmen.

Die Ausnutzung des durch die Sonnenstrahlung gehobenen und gemäß der Schwerewirkung wieder nach unten fallenden und fließenden Wassers ist bisher verhältnismäßig geringfügig gewesen. Die alte poetische Wassermühle war durch Jahrhunderte so ziemlich die einzige Form der Verwertung geblieben. Erst seitdem man die Transformation der mechanischen Energie solcher Wassermassen in elektrische wirtschaftlich auszuführen gelernt hat, hat man allmählich mehr und mehr sich diese Energiequelle zu eigen gemacht und die nächste Zukunft wird uns noch in weit höherem Maße die Fassung und systematische Verwertung solcher Wasserkräfte bringen, als das bisher geschehen war. Die Grundlage dieser Form der Ausnutzung strahlender Energie ist vor etwa zwei Jahrzehnten durch die Energieübertragung von Lauffen am Neckar bis Frankfurt am Main gelegentlich der ersten elektrischen Ausstellung daselbst von Oskar von Miller gelegt worden. Inzwischen hat man mehr und mehr sich dieses Hilfsmittels menschlicher Arbeit bemächtigt und es läßt sich absehen, daß im Laufe der Zeit sämtliche in Betracht kommenden Bäche und Flüsse gefaßt und reguliert sein werden. Dann wird diejenige Funktion, welche bisher die Gebirge unregelmäßig und unvollkommen vollzogen haben, nämlich die stark mit der Jahreszeit wechselnden Niederschlagsmengen derartig auszugleichen, daß sie in regelmäßigen Betrieb genommen werden können, durch künstliche Bauten unter erheblicher Steigerung des Güteverhältnisses übernommen werden. Solche Möglichkeiten sind natürlich an das Vorhandensein von Unebenheiten der Erdoberfläche geknüpft, weil nur erhebliche Erhöhungen in Gestalt von Gebirgen die Niederschlagsmassen in solcher Lage auffangen und festhalten, daß ein einigermaßen beträchtlicher Höhenunterschied für die Ausnutzung der

Schwerewirkung übrigbleibt. Regen oder Schnee, welche auf eine Ebene fallen, die fast in Meereshöhe liegt, enthalten keine Gravitationsenergie mehr, die man beim Abströmen zum Meere benutzen könnte. In solcher Überlegung erkennt man alsbald, wie außerordentlich stark in Zukunft die beiden Nachbarländer Deutschland und Österreich aufeinander angewiesen sein werden. Österreich enthält eine große Anzahl hoher Gebirge und liefert daher die entsprechenden Mengen von meteorischer Energie in Gestalt von Wasserkräften, ist aber noch bei weitem nicht fähig, diese Energiemengen zu fassen und auszunutzen. Die hohe Entwicklung der Technik in Deutschland dagegen drängt nach einer ausgiebigeren und mannigfaltigeren Betätigung. Hier finden sich die menschlichen Kräfte sowie die Kapitalien, um eine Fassung und Verwertung dieser Energien auf dem ganzen Gebiete vorzunehmen.

Eine zweite meteorische Energieform ist die im Wind verfügbare. Durch die Druckunterschiede, welche sowohl von der Sonnenstrahlung wie auch von der Wasserverdunstung hervorgebracht werden, setzen sich die Luftmassen in eine horizontale Bewegung und nehmen dementsprechend eine kinetische oder Bewegungsenergie an. Diese Bewegungsenergie läßt sich durch Windmühlen der Luft entziehen und für menschliche Zwecke fassen. Auch diese Form der meteorischen Energie hat bisher nur eine geringe Entwicklung erfahren und wird voraussichtlich auch keine besonders erhebliche weiter aufweisen. Denn die Energiemengen, welche der bewegten Luft auf solche Weise entzogen werden können, sind nicht allzugroß, weil die geringe Massendichte der Luft eine entsprechend geringe Energiedichte bedingt. Außerdem ist die Betätigung dieser Energieform so außerordentlich unregelmäßig und schwankt zwischen Null und höheren Beträgen, die für kurze Zeit während vereinzelter Stürme vorhanden sind, daß die technische Ausnutzung dieser unregelmäßig fließenden Quelle sich nur selten praktisch erweist.

154. Die Pflanze als Strahlungssammler. Bei weitem der größere und wichtigere Anteil der strahlenden Energie,

welche auf der Erdoberfläche festgehalten und für andere Zwecke, insbesondere menschliche, verfügbar gemacht wird, wird durch die Pflanzen gesammelt. Schon um ihr eigenes Leben zu ermöglichen, muß die Pflanze die Fähigkeit haben, die Strahlung, welche nur während der Hälfte des Tages auf sie fällt, derart zu speichern, daß sie die genügenden Vorräte freier Energie zur Transformation für Lebenszwecke während der dunklen Stunden besitzt. Die Form, in welcher die Speicherung erfolgt, ist die der chemischen Energie. Die organische Entwicklung hat die Pflanze dazu gebracht, nicht nur so viel von der Sonnenstrahlung als chemische Energie zu speichern, als zur Bestreitung ihres täglichen Lebenshaushaltes genügt. Sondern sie speichert weit mehr, vor allen Dingen, um den Samen, Knollen und ähnlichen Gebilden, aus denen später neue Pflanzen entstehen sollen, einen hinreichend großen chemischen Energievorrat mitzugeben, die ihnen bis zu der Zeit die Existenz ermöglicht, wo sie durch die Ausbildung eines eigenen Assimilationsapparates direkt von der Sonnenstrahlung leben können. Entsprechend dem Umstande, daß bei diesen verhältnismäßig niederen Organismen die Erhaltung der Art nur dadurch gesichert werden kann, daß sehr viel mal mehr Samen produziert werden, als zur Entwicklung gelangen, ist denn auch die in den Früchten der Pflanzen aufgespeicherte Energiemenge sehr viel größer, als zur Fortpflanzung unter geregelten und pfleglichen Verhältnissen, wie sie der Mensch bewerkstelligt, erforderlich ist. Der Überschuß kann dann für menschliche Zwecke benutzt werden. In der Tat beruht die Ernährung der Menschheit ganz und gar auf der Verwendung derartigen Pflanzenmaterials, sei es direkt, wie durch die Körner des Getreides, die Früchte, die eßbaren Knollen, sei es indirekt, indem der Mensch das Fleisch pflanzenfressender Tiere zu seiner Nahrung macht. Außer zur Nahrung dienen dann Pflanzenprodukte als Fasern und Holz auch zur Herstellung von Kleidung und Wohnung. Dabei kommt gleichfalls sowohl die direkte Verwertung der Pflanzenstoffe vor wie auch die indirekte der von den pflanzenfressenden Tieren gewonnenen Stoffe, Felle, Häute, Haare, Wolle usw.

Der energetische Haushalt des Menschen, was zunächst seine dringendsten Bedürfnisse anlangt, beruht also darauf, daß er sich der überschüssig von der Pflanze gespeicherten freien chemischen Energie bemächtigt und sie in seinem eigenen Körper, nachdem er sie als Nahrung aufgenommen hat, in andere Formen transformiert. Dies geschieht unter notwendiger Mitwirkung des Luftsauerstoffes, durch welchen die Nahrungsmittel verbrannt und teils in Wärme, teils in mechanische und andere Energien, die der Körper braucht, umgewandelt werden. Der ganze menschliche Energiehaushalt beruht also durchaus und vollständig auf der Sammlung der freien Energie der Sonnenstrahlung durch die Pflanze. Ohne Vermittlung der Pflanze könnte weder der Mensch noch sonst irgendein Tier leben, weil keines dieser Wesen ein Organ besitzt, um die Sonnenstrahlung direkt in die notwendigen Energieformen zu verwandeln.

155. Die anorganischen Energien. Neben der chemischen Energie, wie sie uns die Pflanze liefert, dienen nun bei dem gegenwärtigen Kulturzustande der Menschheit noch große chemische Energiemengen, welche wir als fossile Kohle der Erde entnehmen. Sie geben hauptsächlich die Rohenergie ab, die wir zum Betrieb unserer Industrien, unserer Verkehrsmittel und des ganzen großen technischen Apparates benutzen, welchen die Menschheit für ihre Existenz gegenwärtig neben der Beschaffung von Nahrung, Kleidung und Wohnung in Gang gesetzt hat. Die fossilen Kohlen sind bekanntlich die Überreste früherer Vegetationen, sie entstanden also aus genau demselben Sammelprozeß der Sonnenenergie durch die Pflanzen, auf denen auch die Benutzung von frischem pflanzlichen und tierischen Material für die menschliche Erhaltung beruht. Nun ist es aber bekannt, daß die Kohlenlager der Erde nicht unerschöpflich sind. Für England kann man in einem Zeitraum von 100 bis 200 Jahren die Erschöpfung voraussehen, in Deutschland werden die Vorräte voraussichtlich noch einige Jahrhunderte länger halten. Unter allen Umständen aber muß sich die Menschheit mit dem Gedanken vertraut machen, daß dieses ihr zufällig zugefallene Erbe einer fernen Vergangenheit

in absehbarer Zeit verbraucht sein wird. Daher muß der energetische Betrieb des Menschenlebens unabhängig von dem einmaligen Fund gemacht und auf regelmäßige Energiequellen gestützt werden. Daß das alljährlich in unseren Wäldern heranwachsende Holz als Brennmaterial auch nicht entfernt genügen würde, um unsere Industrien in Gang zu halten, ist wohlbekannt und braucht kaum hervorgehoben zu werden. Um das hier vorliegende Problem, das nach 100 Jahren allerdings viel akuter sein wird als gegenwärtig, wenigstens grundsätzlich zu lösen, werden wir uns die Frage zu stellen haben: wie könnte ein dauernder Energiebetrieb auf der Erdoberfläche organisiert werden, welcher dauernd die anorganischen Energien beschafft, die unsere Technik für ihren Betrieb braucht?

Hier kommen nun zunächst die schon erwähnten Wasserkräfte in Betracht, welche sich noch unverhältnismäßig viel stärker entwickeln lassen, als das gegenwärtig, kaum zwei Jahrzehnte nach der Erschließung der Möglichkeit ihrer allgemeinen Verwertung, der Fall ist. Diese Energiequellen sind tatsächlich dauernde, denn die Schneemassen auf dem Gebirge werden jahraus jahrein erneuert durch einen Zyklus, der sich regelmäßig wiederholt. Dieser Teil des Energiedienstes der Menschheit würde somit für so lange Zeit gesichert sein, als die Menschheit überhaupt auf der Erde existenzfähig sein wird, nämlich so lange, als die Sonnenstrahlung noch im wesentlichen ihre gegenwärtige Beschaffenheit behält. Wohl aber kann in Zweifel gezogen werden, ob diese Energiemengen insgesamt ausreichend sein werden, um den ganzen technischen Bedarf der Menschheit zu decken. Den Nahrungsbedarf können wir als durch den Getreidebau gedeckt ansehen. Wir können sogar hier noch ein starkes Plus für die Möglichkeit ansetzen, daß wir die gegenwärtige sehr geringfügige Energieausnutzung der Pflanze (die bestenfalls ein halbes Prozent der gesamten Strahlung beträgt) durch die entsprechende Entwicklung erheblich steigern können. Ebenso nämlich wie aus der früheren kleinen Kuh durch sorgfältige Züchtung die modernen milchreichen Rassen entwickelt worden sind, die vielleicht das Fünf-

fache des Ertrages der ursprünglichen Form geben, können wir uns vorstellen, daß wir auch unsere Nutzpflanzen so entwickeln können, daß der Ertrag der Feldeinheit um das Mehrfache hinaufgeht. Eine sehr schöne Entwicklung in solchem Sinne hat beispielsweise an der Runkelrübe stattgefunden, die von ihren früheren fünf Prozent Zuckergehalt auf nahezu zwanzig Prozent gesteigert worden ist. In gleichem Sinne stehen uns noch sehr weitgehende Steigerungen anderer Nutzpflanzen bevor. Ferner ist es auch nur eine Frage der technischen Entwicklung, große Gebiete, die enorme Mengen Sonnenstrahlung empfangen, aber gegenwärtig durch Wassermangel und ungeeignete chemische Zusammensetzung des Bodens zum Tragen von Pflanzen nicht fähig sind, in einen solchen geeigneten Zustand zu versetzen. Es läßt sich mit anderen Worten die gesamte Energiesammlung durch die Pflanze durch entsprechende Ausbildung der Betriebe noch in hohem Maße steigern, so daß wir beiläufig gesagt vor einer Übervölkerung der Erde durch die Menschheit noch lange keine Sorge zu haben brauchen. Vielmehr liegt uns die entgegengesetzte Sorge näher, daß mit der Steigerung der Kultur die Zahl der Nachkommen bei den Menschen immer kleiner wird, so daß ein vorzeitiges Aussterben der Menschheit auf der Erde viel eher in Betracht zu ziehen wäre als eine Übervölkerung.

Ferner aber haben wir hier noch Perspektiven, deren wissenschaftlich-technische Entwicklung zwar ganz in der Zukunft liegt, deren Möglichkeit sich aber auf Grundlage unserer gegenwärtigen Kenntnis schon übersehen läßt. Die vollkommenste Form, die sich gegenwärtig erdenken läßt, wäre die der photoelektrischen Maschinen, d. h. solcher Apparate, welche die freie Energie der Sonnenstrahlung in elektrische Energie, in elektrischen Strom verwandeln. Wir kennen bereits solche Photoelemente, d. h. Zusammenstellungen von Metallen und Lösungen, welche durch einseitige Belichtung eine elektromotorische Kraft und damit einen Strom geben. Diese Ströme sind allerdings noch außerordentlich schwach und wir müssen auch bekennen, daß die wissenschaftliche Theorie dieser Erscheinungen noch ganz und gar in den Windeln liegt.

Überlegen wir aber, daß die voltaische Säule erst im Jahre 1800 der wissenschaftlichen Welt bekannt gegeben wurde, und betrachten wir die enorme Entwicklung, welche die Elektrotechnik in dem inzwischen verflossenen Jahrhundert genommen hat, so können wir uns leicht vorstellen, daß bei auftretendem dringenden Bedarf auch die Entwicklung des jetzigen höchst unvollkommenen Photoelementes zu gewaltigen Lichtbatterien eine durchaus mögliche, ja wahrscheinliche ist.

156. Transformationen. Fassen wir wieder den gegenwärtigen Zustand ins Auge, so sehen wir folgendes. Von der gespeicherten chemischen Energie der Pflanze bis zur Verwendung derselben für menschliche Zwecke ist der Weg im allgemeinen nur kurz. Viele Früchte werden unmittelbar so genossen, wie sie die Pflanze liefert, andere werden einer kurzen mechanischen und auch chemischen Vorbehandlung unterworfen, welche keine besonders weitgehenden Energieaufwendungen beansprucht, um alsbald als menschliche Nahrung zu dienen. Ebenso sind die Wege der Umwandlung der anderen Pflanzenprodukte für menschliche Zwecke meist sehr kurz. Das Holz der Bäume braucht nur durch die Sägemühle zu gehen, um in Bretter und Pfosten umgewandelt zu werden, und nur wenig länger ist die Umwandlung der Pflanzenfaser durch Reinigung, Zerkleinerung und spätere Verfilzung zu dem anderen riesigen Bedürfnis der modernen Kulturmenschheit, zum Papier. Die Pflanzen- und Tierfasern, welche zur Kleidung dienen, werden ebenfalls nur einem verhältnismäßig kurzen mechanischen Umwandlungsprozeß zu Fäden und zu Geweben und hernach zu genähten Kleidern unterzogen, so daß wir überall vor Transformationsreihen stehen, welche nach wenigen Gliedern bis zu ihrem Ziele, nämlich der menschlichen Verwendung führen. Es sind dieses alles Industrien, welche die Menschheit seit vielen Jahrtausenden erfunden und in Betrieb erhalten hat, und die wissenschaftlich-technische Verbesserung jener alten Methoden läßt an einzelnen Stellen länger auf sich warten, als dem allgemeinen Zustand der Wissenschaft und Technik gemäß wäre.

157. Der soziale Wert des Menschen. Um also einen

Menschen in regelmäßigen Betrieb zu setzen, bedarf es nur eines verhältnismäßig geringen und allseitig geregelten Aufwandes der durch die Pflanzen gespeicherten Sonnenenergie, so daß seine primitive Existenzform als Individuum bald erreicht und gesichert ist. Unendlich viel verwickelter gestaltet sich aber der Wertbegriff innerhalb der sozialen Betätigung des Menschen. Die primitive Stufe, auf welcher jedes Individuum ungefähr die gleichen Funktionen ausführte, ließ noch keine besondere Wertabstufung erkennen, mit Ausnahme allenfalls der ersten und wichtigsten Funktion, die sich aus der Gesellschaft aussonderte, der Funktion des Familienvaters, Führers, Häuptlings oder Königs. Dementsprechend sehen wir auch, wie schon sehr früh diese verhältnismäßig seltene und für das Gedeihen der Horde so wertvolle Funktion sich alsbald durch einen entsprechend gesteigerten Wert dieses Individuums hervorhob. Der König wurde als heilig und unverletzlich angesehen und seine Erhaltung lag dem Stamm weit mehr am Herzen als die jedes anderen Mitgliedes und sogar vieler, denn sie opferten sich bereitwillig, um gegebenenfalls den König zu retten.

In dem Maße als sich dann die Funktionen der Gesellschaft weiter teilten und vermannigfaltigten, ist dann die verschiedene Werteinschätzung der einzelnen Gesellschaftsmitglieder immer stärker in die Erscheinung getreten. Solche Funktionen, für welche nur selten eine besondere Begabung vorhanden ist und deren Ausbildung lange Zeit und große Arbeit beansprucht, geben ihren Trägern auch einen erheblich gesteigerten Wert. Wir kommen hier bei den soziologischen Wertgestaltungen der einzelnen Persönlichkeiten auf denselben Gesichtspunkt zurück, den wir vorher für den Wertbegriff im allgemeinen festzustellen hatten. Auch der soziale Wert der einzelnen Menschen ist eine zusammengesetzte Funktion aus der Wichtigkeit der von ihnen ausgeübten Funktion und der Seltenheit, in welcher geeignete Träger solcher Funktionen gefunden werden können.

158. Die Reihenfolge der energetischen Werte. Nach diesen Betrachtungen können wir bereits in großen Zügen die

Stufenfolge entwerfen, nach welcher wir äquivalente Energiemengen in ihrer verschiedenen Form bezüglich ihres Wertes ordnen werden. Den allergeringsten Wert wird die strahlende Energie der Sonne haben, da sie die primäre Quelle aller anderen freien Energie ist. Hierbei tritt uns alsbald ein anscheinender Widerspruch entgegen, weil diese allgemeine und einzige Quelle der freien Energie in anderem Sinne den allerhöchsten aller denkbaren Werte haben muß, da ohne diese Energie ja überhaupt nichts geschehen kann. Wir müssen deshalb sorgfältig unterscheiden zwischen dem Gesamtwert der betreffenden Energieart als solcher und dem Einheitswert, den die Einheit der Energiemenge, das Erg, im Verhältnis zu anderen Energiemengen gleichen Betrages annimmt. Insofern als die Sonnenstrahlung unumgänglich nötig für alles Leben ist, kann ihr Wert gar nicht überschätzt werden, aber er steht in dieser Beziehung gleich vielen anderen Werten, etwa dem der Eiweißstoffe, aus denen der Körper aufgebaut ist, oder den allgemeinen geologischen und kosmischen Verhältnissen, die auf der Erdoberfläche herrschen; denn all diese Faktoren sind für die Entstehung und Erhaltung des Lebens gleich wesentlich, insofern als beim Mangel auch nur eines der Faktoren das Leben überhaupt nicht möglich wäre. Es sind das also gleichstehende primäre Werte, die als solche keiner Abstufung unterliegen und deshalb aus dieser Betrachtung herausbleiben. Da aber andererseits die freie Energie der Sonnenstrahlung quantitativ um das Tausendfache und mehr alle anderen Arten der freien Energie übertrifft, welche wir auf der Erde zur Verfügung haben, da ja diese anderen Arten ausschließlich durch teilweise und zum Teil sehr unvollkommene Umwandlung der Sonnenenergie entstehen, so ist der Einheitswert der strahlenden Energie allerdings der geringste. Er ist tausendmal und noch mehr kleiner als der Einheitswert irgendeiner anderen Zweckform der mechanischen, der Lichtenergie, der elektrischen oder chemischen. Da das unmittelbare Produkt der strahlenden Energie, wenn wir die verhältnismäßig geringen meteorischen Mengen einstweilen außer acht lassen, chemische Energie von Pflanzenstoffen ist, so wird man dieser die nächste Stufe auf

der Leiter anzuweisen haben. Eine ungefähr gleiche Stufe nimmt dann die Wärme, eine erheblich höhere die mechanische Arbeit ein, welche durch Wärmemotoren und die Energie des fallenden Wassers der Menschheit zur Verfügung gestellt wird.

Die weiteren Umwandlungsprodukte sind dann immer weiter dahin gekennzeichnet, daß niemals die Umwandlung einer vorhandenen Energieform in die gewünschte Zweckform vollständig und restlos erfolgt. Es geht immer nur nach dem Seite 147 auseinandergesetzten Prinzip ein Teil in die Zweckform über und natürlich erhöht sich der Wert der Einheit der Zweckform in umgekehrtem Verhältnis des Umwandlungskoeffizienten, je kleiner dieser ist, um so größer ist der Wert der neuen Energieform. Hierhin wären also etwa die zubereiteten Nahrungsmittel auf der einen Seite und Licht, elektrische Energie usw. auf der anderen Seite zu rechnen.

Alle diese Energien dienen aber in letztem Ende nur dazu, um Menschen zu erhalten, arbeitsfähig zu machen und ihnen ihre soziale Rolle in der gesamten Betätigung der Menschheit zu ermöglichen. Somit werden alle Energiemengen, welche vom Menschen produziert werden, als noch höher in der Stufenleiter einzusetzen sein und wir haben gelegentlich früherer Betrachtungen gesehen, wie tatsächlich die ausschließlich vom Menschen produzierte höchste Energieform, seine geistigen Leistungen, als dasjenige übrig bleiben, was durch keine Maschine ersetzt werden kann und deshalb die höchste Stufe in der Wertskala der Energien annimmt.

159. Die geistige Energie. An dieser Stelle sind einige Worte einzuschalten über die Frage, ob man die geistigen Leistunden denn in den allgemeinen Rahmen der energetischen Gesetze hineinbeziehen könnte. Ich habe über diese Frage an früherer Stelle zwar das Wesentliche zu sagen mich bemüht, habe mich aber aus den vielen Mißverständnissen, welche bis auf den heutigen Tag über diese wichtige Angelegenheit verbreitet sind, überzeugen müssen, daß es mir nicht gelungen war, eine genügende Klarheit über das Problem bei einigen meiner Leser hervorzurufen. So

seien die Grundtatsachen noch einmal in kürzester Form zusammengefaßt.

Die geistigen Leistungen sind mit den physischen Leistungen insofern unbedingt vergleichbar, als beide erstens das Vorhandensein eines leistungsfähigen, d. h. zur Energieaufnahme und Transformation bereiten Organismus voraussetzen und zweitens insofern, als die Betätigung beider Arten von Leistungen erschöpfend auf den Organismus einwirkt, d. h. ihn in einen Zustand versetzt, in welchem er weitere derartige Leistungen nicht mehr zu vollziehen vermag. Dieser Zustand wird durch Nahrungsaufnahme beseitigt. Durch die Assimilation chemischer Energie wird also der Organismus ebenso in den Stand gesetzt, neue mechanische Arbeit zu leisten wie neue geistige Arbeit. Und ebenso wie die Leistung mechanischer Arbeit von dem Vorhandensein eines entwickelten Muskelapparates abhängig ist und verschiedene Menschen, die gleich viel Nahrung konsumieren, doch je nach dem Stande dieses Apparates qualitativ und quantitativ sehr verschiedene mechanische Leistungen hervorbringen, so machen sich genau dieselben Verhältnisse und Abstufungen bei den geistigen Leistungen bemerkbar. Ein gut funktionierendes Gehirn ist dafür ebenso die notwendige Voraussetzung und verschiedene Gehirne können bezüglich ihrer Leistungen qualitativ wie quantitativ überaus verschieden sein. Abgesehen von pathologischen Fällen zeigt uns ja die Entwicklung der geistigen Leistungen beim Kinde deren allmähliche Steigerung mit der Ausbildung des dazu erforderlichen Organes. Also über den Satz, daß die geistigen Leistungen ohne Aufwand von freier Energie nicht zustande kommen können, sind die Akten der Wissenschaft längst geschlossen und ebenso wird gegenwärtig der Satz von keiner Seite beanstandet, daß jede einzelne Leistung für sich eine entsprechende energetische Betätigung im Gehirn und den entsprechenden Nervenbahnen beansprucht, daß also mit anderen Worten niemals eine geistige Leistung ohne zugehörige Energieumwandlung stattfinden kann.

Aus den alten Tagen der mechanistischen Weltanschauung, deren Weiterexistenz durch den zweiten Hauptsatz in der früher

dargelegten Weise nunmehr vollständig unmöglich gemacht worden ist, rührt nun aber der Einwand her, daß keinerlei mechanische Bewegung von Atomen uns eine Vorstellung davon geben könnte, wie das Denken zustande kommt. Massen und ihre Bewegungen sind in der Tat so inkommensurabel mit geistigen Leistungen, daß dieser Einwand vollkommen berechtigt ist. Da wir aber gesehen haben, daß die mechanistischen Anschauungen nicht nur mit dieser Tatsache, sondern noch mit vielen anderen, insbesondere mit der fundamentalen Tatsache der Nichtumkehrbarkeit aller irdischen Geschehnisse im Widerspruch stehen, so können wir aus diesen Überlegungen nur schließen, daß es eben unmöglich ist, die Welt mechanistisch zu verstehen. Die an die Stelle der Mechanistik tretende energetische Auffassung dagegen zeigt diese Schwierigkeit nicht. Wir können die energetische Beschaffenheit der geistigen Leistung von ihrer Quelle aus bis zu ihrem letzten Umwandlungspunkt mit der größten Sicherheit verfolgen. Wir sehen, daß ein bestimmter, unter Umständen sehr erheblicher Energieaufwand erforderlich ist, damit solche Leistungen zustande kommen. Ebenso beweist das Gebundensein der geistigen Leistungen an die entsprechenden physischen Organe und die chemischen Vorgänge in ihnen, daß der Verlauf dieser Leistungen selbst bis in die letzte Einzelheit an energetische Vorgänge gebunden ist. Statt nun daraus den unmittelbaren Schluß zu ziehen, daß es sich hier um ein Transformationsprodukt der chemischen Energie der Nahrung handelt, genau wie es sich bei den elektrischen Leistungen einer voltaischen Zelle um ein Transformationsprodukt der chemischen Energie der Zellbestandteile handelt, hat man unter dem Druck der früheren mechanistischen Auffassung den Ausweg gesucht, diese energetischen Vorgänge zwar als mechanische anzusehen, die zugehörigen geistigen Vorgänge aber, die nicht mechanisch gefaßt werden und somit nicht als physisch in dem damaligen Sinne begriffen werden können, für geheimnisvolle „Parallelerscheinungen“ zu den physischen Vorgängen zu erklären. Dies wären also Erscheinungen, welche zwar ohne die physischen Vorgänge nicht stattfinden können, aber mit den Äqui-

valenzverhältnissen und den übrigen Gesetzen dieser physischen Vorgänge nicht das geringste zu tun haben, da sie nicht physischer Natur seien. Eine derartige Auffassung ist offenbar nichts als ein Verzweiflungsschritt der Hilflosigkeit gegenüber den experimentellen Tatbeständen und kommt überhaupt nur so lange als Verlegenheitsauskunft in Frage, als man andere Wege nicht findet.

Die Energie hat sich nun schon innerhalb der physischen Welt als so mannigfaltig und umwandlungsfähig erwiesen, ihre Eigenschaften können je nach der Form der Energie die ganze Skala der Möglichkeiten durchmessen, daß von Einwendungen gegen die mögliche energetische Natur der geistigen Vorgänge nichts mehr übrig bleibt. Der Parallelismus wird überflüssig, weil eine Energetik des Geistes möglich und durchführbar ist. Das Einheitsbedürfnis der Wissenschaft muß deshalb die willkürliche Annahme des Parallelismus ablehnen, sobald ihr die rationelle und im Geiste der übrigen gesamten Weltauffassung liegende Annahme der energetischen Natur der geistigen Vorgänge geboten wird.

Zuweilen wird noch der Einwand erhoben, daß man beispielsweise durch das Verbrennen eines Schriftstückes, auf welchem irgendein Dichter, Forscher oder Techniker neue Gedanken niedergelegt hat, diese Gedanken zerstören kann, ohne daß ein Äquivalent der vorhanden gewesenen geistigen Energie übrigbleibt, was gegen das Gesetz von der Erhaltung der Energie spräche. Demgegenüber ist auf das bestimmteste zu betonen, daß die geistige Arbeit, wie sie im Gehirn entsteht, auch in dem Gehirn und den Nerven wieder verschwindet, d. h. sich in andere Formen, vermutlich Wärme, umwandelt. Die geistige Energie besteht also nur innerhalb derjenigen Organe (Gehirn und Nerven), welche sie zu produzieren und fortzuleiten imstande sind, ebenso wie die elektrische Energie eines voltaischen Kreises nur innerhalb der Organe besteht, welche sie produzieren und fortleiten. Nachdem eine voltaische Kette längere oder kürzere Zeit elektrische Energie produziert und durch den Kreis geschickt, auch allerlei Arbeit verrichtet hat, ist hernach nicht um das ge-

ringste mehr elektrische Energie in der Welt vorhanden, als vorher war; denn in dem Maße als der Strom sich durch den Kreis ergießt, verwandelt sich auch die elektrische Energie in Wärme bzw. Licht, mechanische Arbeit oder andere Formen, in die sie auf ihrem Wege transformiert wird. Die Menge der elektrischen Energie aber hängt nur von der elektrostatischen Kapazität des Gebildes ab und bleibt, solange die Spannung dieselbe ist, während des ganzen elektrischen Betriebes dieselbe, sinkt dagegen bei Erschöpfung der Zelle auf Null. Ganz ebenso muß man sich den geistigen Betrieb vorstellen. Solange der Geist arbeitet, ist psychische Energie vorhanden; hat der Geist aufgehört zu arbeiten, so hat sich auch das ganze Quantum psychischer Energie, das inzwischen betätigt worden war, wieder in Wärme oder eine andere niedere Form verwandelt. Der psychische Apparat ist bereit, bei genügender Zufuhr von Nahrung von neuem geistige Energie zu produzieren, aber diese kann niemals als solche das Nervensystem verlassen.

Wie steht es nun aber mit jenem Problem von dem verbrannten Buche? Denken wir uns zwei Bücher gleichen Umfanges, auf gleiches Papier gedruckt, das eine die höchste Weisheit aller Zeiten enthaltend und das andere mit irgendwelchem trivialen oder unsinnigen Inhalt. In dem ersten wird man nach gewöhnlichem Sprachgebrauch eine außerordentlich große Menge geistiger Arbeit konzentriert finden, während das andere fast gar keine enthält. Die Verbrennungswärme der beiden Bücher ist vollkommen gleich, wenn sie aus gleichem Material hergestellt sind, und so sieht es aus, als wäre die ganze Arbeit, die das erste Buch mehr enthält, falls man sie in energetischem Sinne auffaßt, ohne Äquivalent aus der Welt verschwunden.

Hier liegt der Widerspruch darin, daß man ein Hilfsmittel zur eigenen Produktion geistiger Werte als selbst geistige Werte enthaltend oder aus solchen bestehend ansieht. Das Buch enthält tatsächlich nichts anderes als Papier und Druckerschwärze und nicht die allergeringste Spur von psychischer Energie. Es dient nur als Werkzeug dazu, um in ent-

sprechend vorbereiteten Gehirnen Gedankenabläufe zu bewirken, welche wegen bestimmter Ursachen als geistig wertvoll empfunden werden. Das Buch stellt nicht in sich selbst geistige Energie dar, sondern nur ein Hilfsmittel, solche von bestimmter Art zu entwickeln, und die verschiedenen „geistigen Werte" verschiedener Bücher sind nicht selbst geistige Werte, sondern sie sind nur Hilfsmittel, welche psychische Energie von verschiedenem Wert in einem Gehirn erzeugen können, das einen zur Umwandlung bereiten Vorrat freier (chemischer) Energie hat. Hierin liegt also die Lösung jenes Widerspruches. Denn wenn zufällig kein Mensch existiert, der die Sprache des Buches lesen kann, so kann das Buch auf keine Weise seinen Inhalt wirksam machen. Diese Darlegung führt uns auf eine andere Seite des Wertbegriffes hinaus, die von allergrößter Bedeutung für die richtige Beurteilung des gesamten Problems ist.

160. Die Energietransformatoren. Aus den früheren Betrachtungen wissen wir, daß äquivalente Mengen verschiedener Energiearten durchaus nicht gleichen Wert im menschlichen Sinne haben, sondern daß sie sich in eine Wertstufenreihe ordnen lassen. Es scheint hierin zunächst eine unerschöpfliche und unbegrenzte Methode der Wertsteigerung der Energie vorzuliegen, wenn man die rohe minderwertige Energie mit dem durch den zweiten Hauptsatz gegebenen Nutzungsverhältnis in die höhere Energie umformt. In dieser einfachen Rechnung ist indessen noch ein Posten übersehen, welchen wir jetzt in den Vordergrund stellen wollen, um seine Bedeutung für die gesamte Wertetheorie ans Licht zu ziehen.

Niemals nämlich transformiert sich eine Energieart von selbst in eine andere. Sie muß unter ganz bestimmte Bedingungen gebracht werden, welche wir im allgemeinen mit dem Worte Maschinen bezeichnen, wobei allerdings dessen Bedeutung die denkbar weiteste Ausdehnung annehmen muß. Um beispielsweise chemische Energie in elektrische zu verwandeln, genügt es keineswegs, etwa umwandlungsbereite chemische Energie bereit zu halten, sondern es müssen dazu ganz besondere Bedingungen, namentlich die Möglichkeit der Wanderung elektrisch geladener Ionen,

vorgesehen sein. Denn sonst würde sich die chemische Energie nicht in die wertvolle Form der elektrischen, sondern in die wertlose Wärme verwandeln, welche unter den irdischen Energieformen deshalb so niedrig im Kurs steht, weil sie vor der Dissipation in keiner Weise dauernd geschützt werden kann. Hier stellt also der besondere Aufbau der voltaischen Kette aus verschiedenen Metallen und entsprechenden Elektrolyten die „Maschine" dar, durch welche wir chemische Energie in elektrische verwandeln. Ebenso ist uns der Ausdruck Maschine geläufig, wenn wir etwa Wärmeenergie in mechanische verwandeln wollen (die Dampfmaschine ist der entsprechende Apparat dazu) oder mechanische Energie in elektrische, wo die Dynamomaschine für diesen Zweck dient.

Fragt man sich, ob man eine allgemeine Eigentümlichkeit aufweisen kann, auf welcher all diese verschiedenen Arten der Maschinen beruhen, so läßt sich eine generelle Antwort darauf geben. Diese muß allerdings ziemlich abstrakt ausfallen, weil es sich ja um ein höchst allgemeines Problem handelt, und kommt auf folgendes hinaus.

Wir finden in unserer Welt eine Menge natürlicher Kombinationen verschiedener Energien, insbesondere verschiedener Energiekapazitäten von der Beschaffenheit, daß, wenn man die eine in irgendeiner Weise bewegt oder verändert, die andern mitgenommen werden. Es sind also die verschiedenen Energiekapazitäten miteinander verbunden oder aneinander gekoppelt und die Bewegung der einen bringt eine entsprechende Bewegung der anderen mit sich. Damit sind die allgemeinen Bedingungen aller Energietransformationen gegeben. Indem man die Kapazität der sich verwandelnden Energie zu entsprechenden Bewegungen zwingt, was wiederum durch die zugehörigen Intensitätsdifferenzen gemäß dem Carnotschen Prinzip grundsätzlich erzielbar ist, zwingt man auch die Kapazitäten und damit die Energien der anderen, mit den ersten gekoppelten Arten zu entsprechenden Bewegungen, örtlichen oder zeitlichen Veränderungen. So erzielt man bei angemessener Anordnung jede gewünschte Transformation. Es sind beispielsweise

im Wasserdampf Wärmeenergie und Volumenergie miteinander gekoppelt. Eine bestimmte Menge Dampf in einem bestimmten Zustande besteht nie ohne einen entsprechenden Inhalt an der einen wie an der anderen Energie. Und indem man in dem Dampfkessel die Bewegung der Wärmeenergie nach dem Temperaturgefälle vor sich gehen und dadurch die Wärme aus der heißeren Flamme auf das relativ kühlere Wasser übertreten läßt, kann man die Umwandlung der Wärmeenergie in die Volumenergie durch die Bildung des Dampfes erzwingen. Denn mit dem Entstehen des Dampfes ist eine gleichzeitige erhebliche Volumvermehrung und Entropievermehrung des Wassers verbunden, wodurch Volumenergie und Wärmeenergie aufgenommen werden. Der Dampfkessel ist somit der erste Transformator bei dieser Maschinenanlage. Die zweite Transformation tritt ein in der eigentlichen Dampfmaschine unter dem Kolben des Arbeitszylinders oder in dem Rade der Dampfturbine. Hier verwandelt sich die Volumenergie des Dampfes in Bewegungsenergie des Kolbens oder des rotierenden Teiles der Turbine. Diese Bewegungsenergie wird dann an das Schwungrad übertragen und dient zur Arbeitsleistung an den mit der Dampfmaschine weiterhin verbundenen Apparaten.

Auch Transformationen von Energien gleicher Art, nur von verschiedener Intensität, Lage oder sonstiger veränderter Charakteristik werden durch Maschinen bewerkstelligt. So verwandelt beispielsweise der ungleicharmige Hebel mechanische Arbeit wiederum in mechanische Arbeit. Je nachdem die zur Umwandlung geführte Arbeit auf den langen oder kurzen Arm des Hebels wirkt, entsteht auf der anderen Seite eine äquivalente Menge von Arbeit entweder kleineren Wegs und größerer Kraft oder umgekehrt. Hier besteht Koppelung mit der elastischen Energie des Materials, aus dem der Hebel besteht, denn dieses muß je nach der Größe der zu transformierenden Arbeit von entsprechender Stärke sein; der Hebel zerbricht, wenn er nicht die erforderliche Menge elastischer Energie beherbergen kann. Alle derartigen Maschinen setzen also gewisse Teile voraus, in welchen mehrere aneinander gekoppelte Energien gleichzeitig die Veränderung erfahren.

Fragt man nun, wie man die Energien aneinander koppelt, so muß die Antwort dahin lauten, daß man es im allgemeinen nicht beliebig tun oder nur auf Umwegen willkürlich erreichen kann, daß aber unsere Außenwelt ganz und gar aus derartigen „natürlichen Maschinen", wie man sie in diesem Zusammenhange nennen muß, besteht, in welchen verschiedene Arten Energien sich aneinander gekoppelt vorfinden. So ist eben dargelegt worden, daß in den Dämpfen Volumenergie und Wärmeenergie eine solche Verkoppelung aufweisen. Jedes Stück ponderabler Materie stellt eine Verkoppelung von kinetischer Energie, deren Kapazität die Masse ist, mit der Gravitationsenergie dar, deren Kapazität das Gewicht ist. Beide sind wie bekannt unabhängig von allen anderen Unterschieden der Materie einander proportional.

Bei genauerer Analyse erweist sich, daß der ganze Begriff der Materie daher rührt, daß eben in bestimmten Teilen unserer Außenwelt derartige miteinander verbundene oder verkoppelte Energien angetroffen werden. Gewöhnlich sind es mehr als zwei, und die Analyse solcher Fälle läßt uns die Notwendigkeit der Koppelung für die ganze Beschaffenheit unserer Welterfahrung erkennen. Denn man kann leicht nachweisen, daß eine einzige von diesen Energien allein gar nicht zu unserer Kenntnis gelangen könnte und daß erst die Tatsache der Verkoppelung uns die Erkenntnis der energetischen Verhältnisse der Außenwelt ermöglicht. Ein Verständnis für diesen allgemeinen Satz findet sich am leichtesten aus der Überlegung, daß auch alle unsere Sinnesapparate Maschinen in diesem Sinne darstellen. Wir haben ja bei der genaueren Untersuchung ihrer Einrichtung erkannt, daß sie sämtlich Transformatoren für die aufgenommenen Energien in andere Formen, zuletzt in psychische Energie sind.

Daraus geht also allgemein hervor, daß wir die Transformatoren selbst als energetische Systeme betrachten müssen. Eine irgendwie vorhandene freie Energie ist für ihre Umwandlung in andere Formen ganz und gar von der Anwesenheit und Wirkung eines entsprechenden Transformators abhängig. Gäbe es keine Pflanzen auf der Erdoberfläche, so würde die ganze

strahlende Energie der Sonne, welche auf sie fällt, sich in Wärme und durch die Bewegungen der Luft und des Wasserdampfs zum kleinen Teil in mechanische Energie, nicht aber in chemische Energie verwandeln. Denn die Maschine des Pflanzenkörpers, welche strahlende Energie in chemische transformiert, wäre nicht vorhanden und dadurch wäre die Möglichkeit dieser Verwandlung ganz ausgeschlossen. So begreifen wir auch, daß die besondere Maschine des menschlichen Gehirns dazu gehört, um die hochqualifizierte Energieart hervorzubringen, welche wir psychische Energie nennen, und daß mit der Zerstörung dieser Maschine auch die Möglichkeit zur Erzeugung psychischer Energie verschwindet.

Da nun alle Maschinen ihrerseits auch energetische Gebilde sind, so geht hieraus hervor, daß man eine Transformation nach bestimmter gewollter Richtung gar nicht anders erzielen kann, als indem man einen Teil vorhandener und verfügbarer Energie als Transformator ausgestaltet. Daher muß in die Wertbilanz bei jeder willkürlichen und zu Wertsteigerungszwecken vorgenommenen Transformation neben dem Aufwand an Rohenergie, multipliziert mit dem erreichten Umwandlungskoeffizienten, noch ein Posten aufgenommen werden, welcher den Energieaufwand für die Maschine, dieses Wort wieder im weitesten Sinne genommen, darstellt. Zur Maschine gehört etwa bei dem Betrieb eines Automobils neben dem Energievorrat, der in chemischer Gestalt als Benzin beschafft werden muß, noch der Apparat selbst, der Motor mit allem Zubehör und der Wagen, der ja auch nur ein energetisches System ist. Auch diese sind unentbehrlich, wenn man die chemische Energie des Benzins in die Bewegungsenergie des Vehikels verwandeln will. Nicht weniger gehört dazu das Öl, dessen Anwesenheit an den bewegten Maschinenteilen eine bessere Transformation in Bewegungsenergie bewerkstelligt, während die nicht geölten Lager sonst einen erheblichen Teil der freien Energie durch Reibung in nutzlose Wärme übergehen lassen würden.

Wir werden also allgemein diese Betrachtung dahin zusammenfassen können, daß jede willkürlich geleitete Transformation

zwei Hauptposten in sich enthält. Einerseits den Aufwand für die zur Transformation gelangende Rohenergie, zweitens den Aufwand (der ebenfalls energetischer Natur ist) für die gesamte maschinelle Einrichtung, die zu der gewünschten Transformation führt. Diese beiden Posten verhalten sich allerdings einigermaßen verschieden. Während der erste proportional der Menge der Nutzenergie angesetzt werden muß, scheint der zweite ziemlich unabhängig davon.

Bei Fahrten mit dem Automobil auf ungefähr konstantem Terrain ist der Benzinverbrauch, wie allgemein bekannt, proportional der zurückgelegten Strecke. Dagegen wird der Wagen selbst und die einzelnen Teile seiner Maschinerie scheinbar gar nicht verbraucht, und jedenfalls besteht zwischen den Energiemengen, die in dem Material des Wagens stecken, und der Energiemenge, welche aus dem Betrieb für Transportzwecke transformiert wird, kein einfaches Verhältnis. Die endliche Energiemenge der Maschine kann unverhältnismäßig viel größere Energiemengen transformieren, als sie selbst enthält, oder, da diese Menge dem absoluten Betrage nach nicht bestimmbar ist, als ihre Herstellung freie Energie erfordert hatte. Sie dient nur als Lenkung und Steuerung eines natürlichen dissipativen Vorgangs und ist in solchem Sinne scheinbar überhaupt keinem Verschleiß unterworfen.

Indessen läßt doch schon ein wohlbekannter Punkt hier ein Bedenken auftreten. Nämlich das Schmieröl, das ja als Rohenergie nicht in Frage kommt, denn es wird nicht verbrannt und dient nicht zur Erzeugung von Bewegungsenergie im Motor, wird gleichfalls proportional der Fahrt verbraucht. Jeder Fahrer weiß, daß der Benzinverbrauch und der Ölverbrauch sehr nahe parallel miteinander gehen und nur je nach der Güte des Motors etwas verschiedene relative Beträge haben. Im gleichen Sinne wird man sich bei schärferer Überlegung sagen müssen, daß keine Maschine unendlich lang fahren kann, da das Material, aus dem sie erbaut ist, gleichfalls einem langsamen Verschleiß unterworfen ist. Dieser hat zwar einen sehr kleinen Betrag im Verhältnis zur gesamten durchgegangenen und transformierten Energiemenge, bedingt aber

unter allen Umständen doch eine endliche Dauer der Maschine. Diese Endlichkeit kann sehr lange ausgedehnt sein. So ist vor einigen Jahren in Reichenhall eine von Reichenbach konstruierte mit Wasser betriebene Maschine, welche zum Transport der Salzsole über weite Strecken diente, nach 150jährigem Betrieb demontiert worden und sie hätte nach ihrer Beschaffenheit wohl noch die gleiche weitere Lebensdauer aufweisen können. Während also hier eine Maschine, ein Transformator eine Lebensdauer nach Jahrhunderten aufweist, ist andererseits bekannt, daß die Motoren der modernen Fliegerapparate, welche relativ zu ihrem Gewicht und zu ihrem Materialbetrag ungeheure Energiemengen in kürzester Frist transformieren müssen, auch eine dementsprechende sehr viel kürzere Lebensdauer haben. Diese ist noch vor kurzer Zeit nur nach Stunden und Tagen beziffert worden und kann gegenwärtig nach Monaten vielleicht bis zu einem Jahr garantiert werden.

Wir haben also hier Verhältnisse vor uns, die vergleichbar den früher geschilderten Verhältnissen sind, die bei der Auslösung freier Energien uns entgegengetreten waren, wo ebenfalls auf den ersten Blick eine unendlich kleine Energiemenge zur Auslösung zu genügen schien, während die genauere Untersuchung dennoch eine endliche Energiemenge als unbedingt notwendig für die Möglichkeit einer Auslösung überhaupt ergab.

Also auch alle Maschinen, die zu Transformationen von freien Energien dienen, stellen nicht nur einen einmaligen Aufwand von Energie in Gestalt der sie aufbauenden Substanzen dar, sondern sie haben außerdem noch die zweite Eigenschaft eines allmählichen Verschleißes. Dieser kann ein sehr verschiedenes Tempo haben, bedingt aber unter allen Umständen eine bestimmte Quote an Energieverbrauch neben der unmittelbar transformierten Energie in der gesamten Wertrechnung. Auch trägt die Industrie diesem Umstand regelmäßig und grundsätzlich Rechnung, indem sie bei Wertaufstellungen von Anlagen aller Art eine jährliche Abschreibung auf 10 bis 15 Jahre für die Gebrauchsdauer der gewöhnlichen aus Eisen und Stahl konstruierten Maschinen ansetzt.

161. Geistige Maschinen. Diese Betrachtungen, die der

Einfachheit wegen an mechanischen und thermischen Maschinen vorgenommen worden sind, lassen sich in gleicher Weise auf alle möglichen anderen Transformatoren anwenden. Wir werden namentlich auch auf sie Rücksicht zu nehmen haben, wo es sich um die Leistungen der allerhöchsten Werte handelt, welche die Menschheit kennt, um die Herstellung geistiger, ethischer, künstlerischer, wissenschaftlicher Werte. Der Transformator für solche Leistungen ist das hochentwickelte menschliche Gehirn, das mit einem hinreichend regulär organisierten Körper verbunden sein muß, um zu regelmäßiger Funktion gebracht zu werden. Auch das Gehirn ist natürlich ein energetischer Apparat, es besteht aus chemischen Substanzen, durch deren Umwandlung, die in Summa eine Oxydation durch den freien eingeatmeten Sauerstoff ist, die chemische Energie frei und zur Transformation in die andere, insbesondere die psychische Energie verfügbar wird. Es ist schon an früherer Stelle auf den verschiedenen Vollkommenheitsgrad derartiger „geistiger Maschinen", um den konsequenten Ausdruck hier zu gebrauchen, hingewiesen worden und gleichzeitig ist betont worden, daß der Betrieb solcher Maschinen unabhängig von dem Wertgrad der Produkte wegen der durchschnittlich übereinstimmenden physiologischen Beschaffenheit der Menschen annähernd die gleichen Rohenergien kostet, während die transformierten Energien allerdings außerordentlich verschiedenwertig sind.

Da die menschlichen Bewußtseinsvorgänge durchaus auf den Verlauf im einzelnen Gehirn beschränkt sind, so ist eine unmittelbare Übertragung der geistigen Energie von dem einen Menschen auf den anderen überhaupt nicht möglich. Denn die psychische Energie ist ja in ihrer Entstehung und in ihrer Betätigung an das Gehirn und an das Nervensystem gebunden. Solange es nicht gelingt, zwei Menschen derartig miteinander physiologisch zu verkoppeln, daß die Nerven des einen in die entsprechenden Nerven des anderen organisch übergehen, solange wird es auch nicht möglich sein, daß die in einem Menschen produzierte geistige Energie direkt in dem anderen zur Wirkung kommt. Die einzige Möglichkeit hier beruht auf der Herstellung entsprechender Ma-

schinen, die allerdings in diesem Falle mit den gewöhnlich so genannten Maschinen weniger und weniger Ähnlichkeiten zeigen.

Erinnern wir uns der Auseinandersetzungen über die Ideenübertragung mit Hilfe der Sprache, dann gewinnen wir alsbald eine klare Vorstellung von der Intervention der Maschine auch hier bei den geistigen Leistungen. Die psychische Energie, die in dem Kopfe des einen Menschen entsteht und sich betätigt, bringt ihn zunächst zu bestimmten Begriffszusammenhängen. Dann verwendet er seine Muskelenergie an Brustkasten und Stimmbändern dazu, bestimmte Laute hervorzubringen, welche seinen Begriffen und deren Verknüpfungen zugeordnet sind. Hierbei erkennt man deutlich, wie der psychische Prozeß ganz und gar innerhalb des einen Menschen verläuft; nach außen treten nur mechanisch-akustische Vorgänge, die durch die Muskeltätigkeit bewirkt worden sind. Dann wirken diese Vorgänge auf das Gehörorgan eines zweiten Menschen ein, und die Wirksamkeit der ganzen Maschinerie beruht darauf, daß dieser zweite Mensch gelernt hat, jenen akustischen Erlebnissen ganz bestimmte psychisch-energetische Vorgänge zuzuordnen, die er aus seinen freien Energievorräten bestreitet und die wir die entsprechenden oder gleichen Gedanken nennen. Die Beschränkung der Betätigung der psychischen Energie auf das Zentralorgan und die angeschlossenen Nerven bei jedem Menschen erzwingt derart mit Notwendigkeit jene charakteristische zweimalige Transformation, unter Zuordnung von mechanischen Zeichen, die wir als das Wesen der Sprache bei der früheren Gelegenheit kennen gelernt haben.

Von hier aus fällt nun auch neues Licht auf das vorher berührte Problem der Aufbewahrung „geistiger Werte". Die tiefste Weisheit eines Buches bleibt vollkommen unwirksam, solange das Buch nicht von einem Menschen gelesen wird, der die Sprache kennt, in der sich der Verfasser des Buches ausgedrückt hat, und der ferner die entsprechenden Zeichen zu lesen versteht. Denken wir uns, daß sämtliche Kenner einer solchen Sprache ausgestorben sind, so würde der ganze geistige Wert des entsprechenden Buches für alle Zukunft gleich Null sein; denn niemand kann das Buch

lesen und den geistigen Inhalt auf sich wirken lassen. Es wäre das der gleiche Fall, wie wenn eine Maschine für bestimmte Arbeitsbedingungen hergestellt worden ist, die während einer gewissen Zeit bestanden haben (wir denken beispielsweise an natürlich ausströmendes Gas, das wir in einer Gasmaschine verbrennen können), und dann nach einer bestimmten Zeit aufhören. Die Maschine wird zwecklos. Während sie früher große Energiemengen transformiert und dem Inhaber einen entsprechenden Nutzen gebracht hat, ist sie hernach nicht mehr wert als das Eisen, aus dem sie besteht. Sie hat ihre Eigenschaft als Transformator nicht verloren, kann sie aber nicht mehr betätigen, da die Form der Rohenergie fehlt, die sie transformieren kann. Auch diese Betrachtung zeigt uns, daß das Buch nicht geistige Energie enthält, sondern ein Transformator zur Erzeugung geistiger Werte ist und daß seine Bedeutung verschwindet, sobald die freie, zur Transformation bereite Rohenergie in der für die betreffende Maschine erforderlichen Form, hier also ein Gehirn mit Kenntnis der betreffenden Sprache, nicht vorhanden ist.

Verfolgt man diesen Gedanken weiter, so wird man sehr weit geführt. Es ergibt sich, daß nicht nur materielle Objekte wie Bücher oder andere Übertragungsmittel des Gedankens von Menschen auf Menschen als Maschinen aufzufassen sind, sondern auch Ideen, Institutionen, Staatseinrichtungen, Rechtsgewohnheiten, Sitte, Ethik und all die anderen Formen, innerhalb deren sich die Koordination der getrennten und ausgeteilten Funktionen der Gesellschaft vollzieht. Denn eine jede derartige Institution bedarf der Übertragung. Wenn die Menschen, welche an ihre Innehaltung und Betätigung gewöhnt sind, nicht den Energiebetrag aufwenden wollten, um sie auf ihre Nachkommen zu übertragen, so würde sie aus der Welt verschwinden und ihre Wirkung würde vollständig aufgehoben sein. Es handelt sich also wiederum um einen zwar unverhältnismäßig kleinen, aber doch unter allen Umständen endlichen und niemals auf Null reduzierbaren Energieaufwand. Ein solcher ist nicht nur für die Übertragung jeder derartigen Institution auf die heranwachsenden Geschlechter erforderlich, sondern ist

auch nötig, um sie an demselben Individuum stets wirksam und lebendig zu erhalten. Ohne sachgemäß wiederholte Erneuerung würde sie der Vergessenheit anheimfallen und wiederum unwirksam werden. Es ist also genau derselbe Maschinencharakter, der sich auch in der bestimmten Form ausprägt, in welcher derartige Übertragungen vorgenommen werden müssen, um wirksam zu bleiben. Man wird sogar bei genauerer Untersuchung eine Analogie mit den mechanischen Maschinen in dem allmählichen Verschleiß früher gut funktionierender Institutionen erkennen können.

162. Schluß. Überblickt man die zuletzt angestellten Überlegungen, so kennzeichnen sich die allgemeinen zwei Linien oder Rubriken von Werten auf das deutlichste. In die eine gehören die unmittelbaren energetischen Werte, welche sich je nach der vorhandenen Energieart und den Transformationsaufwendungen, die bei der Umwandlung der einen roheren und weniger wertvollen Formen in die anderen erforderlich sind, in eine Skala ordnen lassen, die einigermaßen, wenn auch nicht genau durch die Skala ihres Kaufs- und Verkaufspreises angegeben wird. Die höchsten Punkte und demgemäß die kostbarsten Energieformen finden sich in den Einzelleistungen der psychischen Energie besonders leistungsfähiger Gehirne, durch welche schöpferische Gedanken und Neugestaltungen der sozialen Organisation erzielt werden. Die andere Reihe von Werten ist die Wertstufenreihe der Maschinen, welche zur Transformation der verschiedenen Energien dienen. Wir haben gesehen, daß eine jede Maschine auch ihrerseits notwendig ein energetisches Gebilde ist, welches außerdem einem Verschleiß unterliegt, dessen Betrag allerdings zwischen außerordentlich weiten Grenzen schwanken kann. Der Energieaufwand für die Herstellung einer Maschine und ihren Verschleiß ist aber im allgemeinen sehr viel kleiner als der Betrag von Rohenergie, der durch die Wirkung der Maschine in die angestrebte Zweckform transformiert werden kann, so daß der energetische Aufwand für Herstellung und Betrieb der Maschine nur einen Bruchteil von dem Werte der durch ihre Vermittelung erzeugten Zweckenergie ausmacht. Aber die Maschinen unterscheiden sich untereinander

in sehr weitem Umfange durch das Güteverhältnis der Transformation, welche sie erzielen. Die Verbesserung aller Maschinen, sowohl der im engeren Sinne wie der, die nur in allerweitester Auffassung Maschinen genannt werden können, hat daher auch eine doppelte Richtung. Einerseits in dem Sinne, die Menge der Zweckenergie aus einer gegebenen Rohenergiemenge nach Möglichkeit zu steigern, und zweitens, wo angängig, auch die Qualität der erzielten Rohenergie auf einen möglichst hohen Wert zu erheben. Diese Qualität der Energie wird ihrerseits durch die Betrachtungen der ersten Gruppe gekennzeichnet und so schließen sich daher die beiden Wertreihen eng aneinander.

Die zweite Wertreihe ist nur eine mittelbare, weil alle Maschinen nur dazu da sind, aus der vorhandenen Rohenergie die angestrebte Zweckenergie zu formen, während die erste Reihe teils mittelbare teils unmittelbare Formen der Energie darstellt. Mittelbar sind diejenigen Energieformen, welche als Zwischenstufen für weitere Transformationen dienen. Beispielsweise dient die elektrische Energie, die in den entsprechenden Generationsanlagen hergestellt wird, als solche nicht unmittelbar zu menschlicher Verwendung, sondern wird ihrerseits wieder je nach Bedarf in Licht, in Wärme, in chemische, mechanische und andere Energiearten umgeformt.

Als höchste Formen der Zweckenergie erweisen sich aber psychische Energien. Denn der letzte Zweck alles organischen und speziell alles menschlichen Lebens und Strebens konzentriert sich doch auf ein möglichst glückliches, d. h. erfolgreiches, willensgemäßes und harmonisches Leben, dessen Wert durch die Empfindung davon, also durch die entsprechende psychische Energie bestimmt wird. Diese erweist sich also als letzter und höchster Punkt in der Stufenleiter der energetischen Werte, und mit diesem Hinweis erscheint die allgemeine Aufgabe des vorliegenden Werkes erfüllt, eine grundlegende Betrachtung über die Fundamente des Wertbegriffes bis zu seiner letzten Ausbildung, soweit diese sich gegenwärtig verfolgen läßt, zu geben.

Inhalt.

Seite

Einleitende Übersicht 3

Erster Teil. Geschichte.

Erstes Kapitel. Grundlegung der Mechanik 10

1. Die Statik der Griechen. 2. Galileis Dynamik. 3. Aus Galileis „Discorsi". 4. Kennzeichnung des Fortschritts. 5. Der Kraftbegriff bei Galilei. 6. Aristoteles und Galilei. 7. Überblick.

Zweites Kapitel. Die klassische Mechanik 24

8. Entwicklung des Kraftbegriffs. 9. Newtons Gesetze der Bewegung. 10. Newtons Regeln zur Erforschung der Natur. 11. Abschluß. 12. Der Wirklichkeitswert der klassischen Mechanik. 13. Kritik der Weltformel. 14. Der wissenschaftliche Materialismus. 15. Gefühl für die Unzulänglichkeit. 16. Leibnizens Einwand.

Drittes Kapitel. Der Vitalismus und seine Gegenreaktion 39

17. Die Naturphilosophie. 18. Der Rhythmus des Geschehens. 19. Einfluß des Regulators. 20. Materialistische Gegenwirkung.

Viertes Kapitel. Vorstufen des Dissipationsgesetzes . . 46

21. Typische Einzelfälle. 22. Fouriers Theorie. 23. Sadi Carnot. 24. Zusammenfassung.

Fünftes Kapitel. Das Gesetz von der Erhaltung der Energie 55

25. Die reale Welt. 26. Der Substanzbegriff. 27. Mayer, Joule und Helmholtz. 28. Anfänge der Energetik. 29. Mechanistische Rückstände. 30. Die reine Energetik. 31. Energetik und Biologie. 32. Energetik und Psychologie. 33. Denkschwierigkeiten der energetischen Psychologie.

Sechstes Kapitel. Die Dissipation der Energie 72

34. William Thomson. 35. Aufnahme des Carnotschen Gedankens. 36. R. Clausius. 37. Die Dissipationsidee. 38. Tragweite und Kritik des neuen Gedankens. 39. Rankines Einwand. 40. Clausius' Kritik. 41. Weitere Rettungsversuche.

Alfred Kröner Verlag in Leipzig

Der erste internationale

Monisten-Kongreß

in Hamburg vom 8.—11. September 1911

Unter Mitwirkung von

Wilhelm Ostwald und **Carl Rieß**

herausgegeben im Auftrag des Vorstandes des Deutschen Monisten-Bundes von

Wilhelm Bloßfeldt

Geheftet 3 Mark. In Leinwand gebunden 4 Mark

Das Buch schildert ausführlich den Verlauf des Hamburger Kongresses und der anschließenden Jenafahrt und enthält sämtliche Reden und Vorträge ohne Kürzung. Es repräsentiert somit ein Dokument des Wesens und Wollens der monistischen Bewegung und wird nicht allein zu einer Quelle steten Wiedererlebens für die, welche der Tagung beiwohnten, sondern es liefert auch den Beweis der Lebenskraft des Monismus und der Bedeutung desselben für unser gesamtes Kulturleben.

Sonderausgaben der Vorträge vom Monisten-Kongreß in Hamburg

Die Wissenschaft. Von **Wilhelm Ostwald** . . . 1 Mark

Der Monismus und die Kulturprobleme der Gegenwart. Von **Friedrich Jodl** . . . 1 Mark

Das Leben. Von **Jacques Loeb** . . . . . 1 Mark

Das Weltall. Von **Svante Arrhenius** . . . . . 1 Mark

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen

Alfred Kröner Verlag in Leipzig

Soeben erschienen!

Elemente der Völkerpsychologie

Grundlinien einer psychologischen Entwicklungsgeschichte der Menschheit

Von

Wilhelm Wundt

Zweite Auflage. Geheftet 12 Mark. Gebunden 14 Mark

Inhalt:

Einleitung. Geschichte und Aufgabe der Völkerpsychologie. Ihr Verhältnis zur Völkerkunde. Analytische und synthetische Darstellung. Die Völkerpsychologie als psychologische Entwicklungsgeschichte der Menschheit. Einteilung in vier Hauptperioden.

Erstes Kapitel. Der primitive Mensch.

1. Die Entdeckung des primitiven Menschen. 2. Die äußere Kultur des primitiven Menschen. 3. Der Ursprung der Ehe und der Familie. 4. Die primitive Gesellschaft. 5. Die Anfänge der Sprache. 6. Das Denken des primitiven Menschen. 7. Die Urformen des Zauber- und Dämonenglaubens. 8. Die Anfänge der Kunst. 9. Die intellektuellen und moralischen Eigenschaften des Primitiven.

Zweites Kapitel. Das totemistische Zeitalter.

1. Allgemeiner Charakter des Totemismus. 2. Die Kulturkreise des totemistischen Zeitalters. 3. Die totemistische Stammesgliederung. 4. Die Entstehung der Exogamie. 5. Die Formen der Eheschließung. 6. Die Ursachen der totemistischen Exogamie. 7. Die Formen der Polygamie. 8. Die Entwicklungsformen des Totemglaubens. 9. Der Ursprung der Totemvorstellungen. 10. Die Tabugesetze. 11. Der Seelenglaube im totemistischen Zeitalter. 12. Der Ursprung des Fetisch. 13. Tierahne und menschlicher Ahne. 14. Die totemistischen Kulte. 15. Die Kunst des totemistischen Zeitalters.

Drittes Kapitel. Das Zeitalter der Helden und Götter.

1. Allgemeiner Charakter des Heldenzeitalters. 2. Die äußere Kultur des Heldenzeitalters. 3. Die Entwicklung der politischen Gesellschaft. 4. Die Familie innerhalb der politischen Gesellschaft. 5. Die Ständescheidung. 6. Die Berufsscheidung. 7. Der Ursprung der Städte. 8. Die Anfänge der Rechtsordnung. 9. Die Entwicklung des Strafrechts. 10. Die Sonderung der Rechtsgebiete. 11. Die Entstehung der Götter. 12. Die Heldensage. 13. Die kosmogonischen und theogonischen Mythen. 14. Der Seelenglaube und die jenseitige Welt. 15. Der Ursprung der Götterkulte. 16. Die Formen der Kulthandlungen. 17. Die Kunst des Heldenzeitalters.

Viertes Kapitel. Die Entwicklung zur Humanität.

1. Der Begriff der Humanität. 2. Die Weltreiche. 3. Die Weltkultur. 4. Die Weltreligionen. 5. Die Weltgeschichte.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen

Alfred Kröner Verlag in Leipzig

Friedrich Nietzsches Werke

Groß-8° Gesamt-Ausgabe

Band	I.	Die Geburt der Tragödie. Unzeitgemäße Betrachtungen	M. 11.—,	geb. M.	13.—
„	II.	Menschliches, Allzumenschliches. Band I.	„ 7.50,	„ „	9.—
„	III.	Menschliches, Allzumenschliches. „ II.	„ 7.50,	„ „	9.—
„	IV.	Morgenröthe	„ 7.50,	„ „	9.—
„	V.	Die fröhliche Wissenschaft	„ 7.50,	„ „	9.—
„	VI.	Also sprach Zarathustra	„ 10.—,	„ „	12.—
„	VII.	Jenseits von Gut und Böse. Zur Genealogie der Moral	„ 8.50,	„ „	10.—
„	VIII.	Der Fall Wagner. Götzen-Dämmerung. Nietzsche contra Wagner. Umwerthung aller Werthe I (Antichrist). Dichtungen	„ 8.50,	„ „	10.—
„	IX.	Nachgelassene Werke 1869—1872 . . .	„ 9.—,	„ „	11.—
„	X.	Nachgelassene Werke 1872/73—1875/76	„ 9.—,	„ „	11.—
„	XI.	Nachgelassene Werke 1875/76—1880/81	„ 9.—,	„ „	11.—
„	XII.	Nachgelassene Werke 1881—1886 . . .	„ 9.—,	„ „	11.—
„	XIII.	Nachgelassene Werke. Umwerthungszeit	„ 9.—,	„ „	11.—
„	XIV.	Nachgelassene Werke. Umwerthungszeit	„ 9.—,	„ „	11.—
„	XV.	Ecce homo. Der Wille zur Macht. 1. und 2. Buch	„ 10.—,	„ „	12.—
„	XVI.	Der Wille zur Macht (Fortsetzung). 3. und 4. Buch. Namenregister zu Band IX bis XVI und Titelregister zu Band I—XVI .	„ 10.—,	„ „	12.—
„	XVII.	Philologica. Band I. Gedrucktes und Ungedrucktes 1866—1877	„ 9.—,	„ „	11.—
„	XVIII.	Philologica. Band II. Unveröffentlichtes zur Litteraturgeschichte, Rhetorik und Rhythmik	„ 9.—,	„ „	11.—
„	XIX.	Philologica. Band III. Unveröffentlichtes zur griechischen Religion und Philosophie	„ 9.—,	„ „	11.—

Klein-8° Gesamt-Ausgabe

16 Bände. Inhalt wie bei der Groß-8° Gesamt-Ausgabe.
Band I—VIII zusammen M. 51.50, gebunden M. 59.50
Band IX—XVI zusammen M. 54.—, gebunden M. 62.—

Taschen-Ausgabe

Enthält die Hauptwerke komplett, den Nachlaß im Auszug.
10 Bände zusammen M. 40.—, gebunden M. 50.—

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen

Alfred Kröner Verlag in Leipzig

Darwinismus und Sozialismus
oder
Der Kampf um das Dasein und die moderne Gesellschaft
Von **L. Büchner**
3. Auflage — Geheftet 1 Mark

Die Macht der Vererbung
und ihr Einfluß auf den moralischen und geistigen Fortschritt der Menschheit
Von **L. Büchner**
2. Auflage — Geheftet 1 Mark

Das Wirken der Seele
Von **R. Eisler**
Geheftet 1 Mark

Geschichte des Monismus
Von **R. Eisler**
Geheftet 3 Mark. In Leinen gebunden 4 Mark

Gehirn und Seele
Von **A. Forel**
11. Auflage — Geheftet 1 Mark

Die Organisation der Welt
Von **W. Schücking**
Geheftet 1 Mark

Monismus und Menschenleben
Beiträge zum Verständnis und zur Verbreitung monistischer Lebensanschauung
Von **J. Unold**
Geheftet 1 Mark

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen

Schriften von Ernst Haeckel:

Die Welträtsel. Gemeinverständliche Studien über monistische Philosophie. 10. Aufl. Mit einem Bildnisse des Verfassers in Lichtdruck. Preis 8 Mark; geb. 9 Mark

---

Die Welträtsel. **Volksausgabe.** Mit Nachträgen zur Begründung der monistischen Weltanschauung. Preis kart. 1 Mark

---

Die Welträtsel. Neu bearbeitete **Taschenausgabe.** Preis geb. 1 Mark

---

Die Lebenswunder. Gemeinverständliche Studien über biologische Philosophie. Ergänzungsband zu dem Buche über die Welträtsel. 4. Auflage. Preis 8 Mark; geb. 9 Mark

---

Die Lebenswunder. **Volksausgabe.** Preis kart. 1 Mark

Aus Insulinde. **Malayische Reisebriefe.** Mit 72 Abbildungen, 4 Karten im Text und 8 Einschaltbildern. 2. Auflage. Preis geb. 6 Mark

---

Das Protistenreich. Eine populäre Übersicht über das Formengebiet der niedersten Lebewesen. Mit einem wissenschaftlichen Anhange: **System der Protisten.** Mit 58 Abbildungen im Text. Preis 2 Mark

---

Gemeinverständliche Vorträge u. Abhandlungen **aus dem Gebiete der Entwickelungslehre.** 2. Auflage. 2 Bände mit 81 Abbildungen im Text und 2 Tafeln in Farbendruck.
Preis 12 Mark; geb. Leinen 13 M. 50 Pf.; Halbfranz 15 Mark

Der Monismus **als Band zwischen Religion und Wissenschaft.** Glaubensbekenntnis eines Naturforschers. 15. Auflage. Preis 1 Mark

---

Über unsere gegenwärtige Kenntnis vom Ursprung des Menschen. 11. Auflage. Preis 1 M. 60 Pf.

Freie Wissenschaft u. freie Lehre. Eine Entgegnung auf Rudolf Virchows Münchener Rede über »Die Freiheit der Wissenschaft im modernen Staat«. 2. Aufl. Preis 1 M. 60 Pf.

Das Weltbild von Darwin und Lamarck. 2. Auflage. Preis 1 Mark

---

Zellseelen und Seelenzellen. Preis 1 Mark

Arbeitsteilung in Natur und Menschenleben.
Preis 1 Mark

Alfred Kröner Verlag in Leipzig

THE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA LOS ANGELES

3 1158 01219 38
A 000 022 235
UC SOUTHERN REGIONAL LIBRARY FACILITY